



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

**VYTÁPĚNÍ BUDOVY S VYUŽITÍM ENERGIE
Z OBNOVITELNÝCH ZDROJŮ**

HEATING THE BUILDING USING RENEWABLE ENERGY SOURCES

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

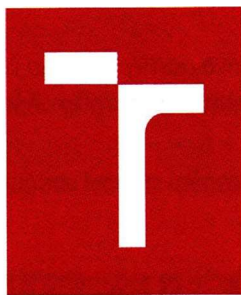
MARTIN ŠVANDA

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. JIŘÍ HIRŠ, CSc.

BRNO 2018



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

FAKULTA STAVEBNÍ

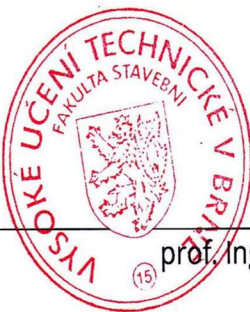
Studijní program	B3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3608R001 Pozemní stavby
Pracoviště	Ústav technických zařízení budov

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Martin Švanda
Název	Vytápění budovy s využitím energie z obnovitelných zdrojů
Vedoucí práce	doc. Ing. Jiří Hirš, CSc.
Datum zadání	30. 11. 2017
Datum odevzdání	25. 5. 2018

V Brně dne 30. 11. 2017

doc. Ing. Jiří Hirš, CSc.
Vedoucí ústavu



prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

Platné zákony, vyhlášky, nařízení a normy v oblasti řešené problematiky bakalářské práce. Domácí, evropská a světová literatura, sborníky vědeckých konferencí a odborných akcí v oblasti TZB.

Podrobné podklady a další upřesnění stanoví vedoucí bakalářské práce při konzultacích.

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

A. Teoretická část - literární rešerše ze zadaného tématu, rozsah 15 až 20 stran

B. Výpočtová část

- analýza budovy - koncepční řešení vytápění, volba zdroje tepla zahrnující energii z obnovitelných zdrojů,
- výpočet tepelného výkonu,
- energetický štítek obálky budovy s vazbou na budovu satéměř nulovou spotřebou energie,
- návrh otopných ploch,
- návrh zdroje tepla,
- návrh přípravy teplé vody, event. dalších spotřebičů tepla,
- dimenzování a hydraulické posouzení potrubí, návrh oběhových čerpadel
- návrh zabezpečovacího zařízení,
- návrh výše nespecifikovaných zařízení, jsou - li součástí soustavy
- roční potřeba tepla a paliva (ekonomické zhodnocení)

C. Projekt - úroveň prováděcího projektu: půdorysy + legenda, 1 (1 :1 00), schéma zapojení otopných těles - / 1 (1 00), půdorys (1 :25, 1: 20) a schéma zapojení zdroje tepla, technická zpráva.

D. Závěr, seznam použitých zdrojů, seznam použitých zkratk a symbolů, seznam příloh, přílohy - výkresy a schémata

STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).



doc. Ing. Jiří Hirš, CSc.

Vedoucí bakalářské práce

Abstrakt

Cílem této bakalářské práce je návrh vytápění a příprava teplé vody s využitím energie z obnovitelných zdrojů. Objektem je rodinný dům. Teoretická část se zabývá solárními systémy, solárními kolektory a jejich funkcí. Ve výpočtové části je řešena úprava tepelně technických vlastností konstrukcí, návrh otopného systému a přípravy teplé vody. Zdrojem tepla je kondenzační plynový kotel. Příprava teplé vody je zajištěna solárními kolektory. V případě nedostatku teplé vody bude dohřívat vodu kondenzační plynový kotel přes výměník umístěný v zásobníku. Projektová dokumentace obsahuje technickou zprávu a výkresovou dokumentaci vytápění.

Klíčová slova

Vytápění, příprava teplé vody, obnovitelný zdroj, solární systém, solární kolektor, kondenzační plynový kotel

Abstract

The aim of this bachelor's thesis is design of heating and preparing of domestic hot water use of renewable energy sources. The building is a family house. The theoretical part deals with solar systems, solar collectors and their function. The calculating part deals with improvement thermal properties of structures, design heating system and preparing of domestic hot water. As a heat source was proposed condensing boiler. The hot water is ensured by solar collectors. In case of hot water shortage will be use heat exchanger situated in condensing boiler. Design documentation contains engineering report and drawings of heating.

Keywords

heating, preparing of domestic hot water, renewable energy sources, solar system, solar collector, condensing boiler

Bibliografická citace VŠKP

Martin Švanda *Vytápění budovy s využitím energie z obnovitelných zdrojů*. Brno, 2018. 112 s., 9 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov. Vedoucí práce doc. Ing. Jiří Hirš, CSc.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

Martin Švanda

autor práce

V Brně dne 25. 5. 2018

Poděkování

Chtěl bych poděkovat svému vedoucímu bakalářské práce doc. Ing. Jiřímu Hirši, CSc. za odborné vedení, věcné rady a dále mé rodině za podporu při studiu.

OBSAH

ÚVOD.....	1
1 TEORETICKÁ ČÁST	2
1.1 Směrnice 2010/31/EU	3
1.2 Sluneční energie	3
1.2.1 Zdroj energie.....	4
1.2.2 Sluneční konstanta	4
1.2.3 Přímé a difúzní záření	5
1.2.4 Sluneční energie v ČR a optimální sklon plochy.....	5
1.3 Solární systémy	6
1.3.1 Historie solárních systémů.....	6
1.3.2 Funkce a konstrukce	7
1.3.3 Možnosti použití solárních systémů	8
1.3.4 Stagnace solárních soustav	11
1.3.5 Solární soustavy – rozdělení podle velikosti ploch kolektorové plochy ..	14
1.3.6 Solární soustavy-rozdělení podle měrného průtoku teplotnosné kapaliny kolektory	14
1.4 Druhy solárních kolektorů.....	15
1.4.1 Druhy solární kolektorů – dle typu konstrukce	15
1.5 Solární kolektory a normy.....	19
1.5.1 Solární zkoušky požadované podle EN 21975:	19
2 VÝPOČTOVÁ ČÁST.....	20
2.1 Analýza objektu	21
2.2 Výpočet tepelného výkonu.....	22
2.2.1 Skladba konstrukcí a výpočet součinitele prostupu tepla „U“	22
2.2.2 Výpočet tepelných ztrát jednotlivých místností.....	29
2.3 Energetický štítek obálky	46

2.4	Návrh otopných ploch	50
2.5	Návrh zdroje tepla	50
2.5.1	Potřebný výkon zdroje	50
2.5.2	Řešení spalinových cest	50
2.6	Návrh přípravy teplé vody	51
2.6.1	Zásobníkový ohřev teplé vody.....	51
2.6.2	Bilance solární soustavy pro přípravu teplé vody.....	54
2.7	Dimenzování a hydraulické posouzení potrubí, návrh oběhových čerpadel....	56
2.7.1	Dimenzování a hydraulické posouzení potrubí otopné soustavy.....	56
2.7.2	Posouzení dilatace.....	60
2.7.3	Návrh oběhového čerpadla otopné soustavy	61
2.7.5	Dimenzování solárního okruhu.....	62
2.7.6	Posouzení dilatace solárního okruhu	63
2.8	Návrh zabezpečovacích zařízení	64
2.8.1	Kotlový okruh	64
2.8.2	Solární okruh.....	66
2.9	Návrh tepelné izolace potrubí	68
2.10	Potřeba tepla pro vytápění a ohřev teplé vody	73
2.11	Roční potřeba na provoz.....	74
3	PROJEKT – TECHNICKÁ ZPRÁVA	75
3.1	Úvod.....	76
3.1.1	Identifikační údaje	76
3.1.2	Konstrukční řešení objektu	77
3.1.3	Tepelné ztráty a potřeba tepla	77
3.2	Tepelně technické vlastnosti stavebních konstrukcí	78
3.3	Přehled tepelných ztrát budovy	79
3.4	Celkový požadovaný tepelný výkon	79

3.5	Zdroj tepla a příprava teplé vody	79
3.6	Otopná soustava	79
3.7	Oběhová čerpadla.....	80
3.8	Armatury a zařízení.....	80
3.9	Otopná tělesa.....	80
3.10	Solární stanice	81
3.11	Tepelné izolace.....	81
3.12	Měření a regulace	82
3.13	Technická místnost.....	82
3.14	Požadavky na ostatní profese	82
3.15	Montáž zařízení	83
3.16	Zkoušky zařízení	83
3.16.1	Těsnostní zkouška.....	83
3.16.2	Provozní zkouška.....	84
3.17	Bezpečnost a požární ochrana	84
3.18	Hospodaření s odpady	85
3.19	Kvalita napouštěcí a oběhové vody.....	85
ZÁVĚR.....		86
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ.....		88
SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK.....		91
SEZNAM OBRÁZKŮ		94
SEZNAM PŘÍLOH.....		95

ÚVOD

Předmětem této bakalářské práce je rodinný dům nacházející se v Brně. V posledních letech se klade důraz na využívání obnovitelných zdrojů a snižování potřeby energie. Proto cílem této bakalářské práce je optimální návrh konstrukcí objektu, otopné soustavy, zdroje tepla a solární soustavy pro přípravu teplé vody.

Bakalářská práce je rozdělena do tří částí. První část je teoretická zabývající se solárními systémy. Druhá část, která je označena jako výpočtová, se věnuje samotnému návrhu konstrukcí, systému pro vytápění a systému pro přípravu teplé vody. Ve třetí části se nachází technická zpráva a výkresová dokumentace.

1 TEORETICKÁ ČÁST

1.1 Směrnice 2010/31/EU

Směrnice ze dne 19. května 2010 o energetické náročnosti budov – „EPDM II“ ruší a nahrazuje směrnicí 91/2002/ES v plném rozsahu. Zvyšuje energetické požadavky na nové budovy a renovované prvky budov. Větší změnou stavby je myšlena změna dokončené budovy na více než 25 % celkové plochy obálky budovy. Požaduje, aby byly na nákladově optimální úrovni, čím je míněno snížení investic v oblasti užití energií na provoz, likvidaci budov a jejich prvků. Dále požaduje zpřísnění požadavků na energetickou náročnost budov až na úroveň budovy s téměř nulovou spotřebou energie. Budova s téměř nulovou spotřebou energie je budova s velmi nízkou energetickou náročností, kde spotřeba energie je krytá převážně z obnovitelných zdrojů.

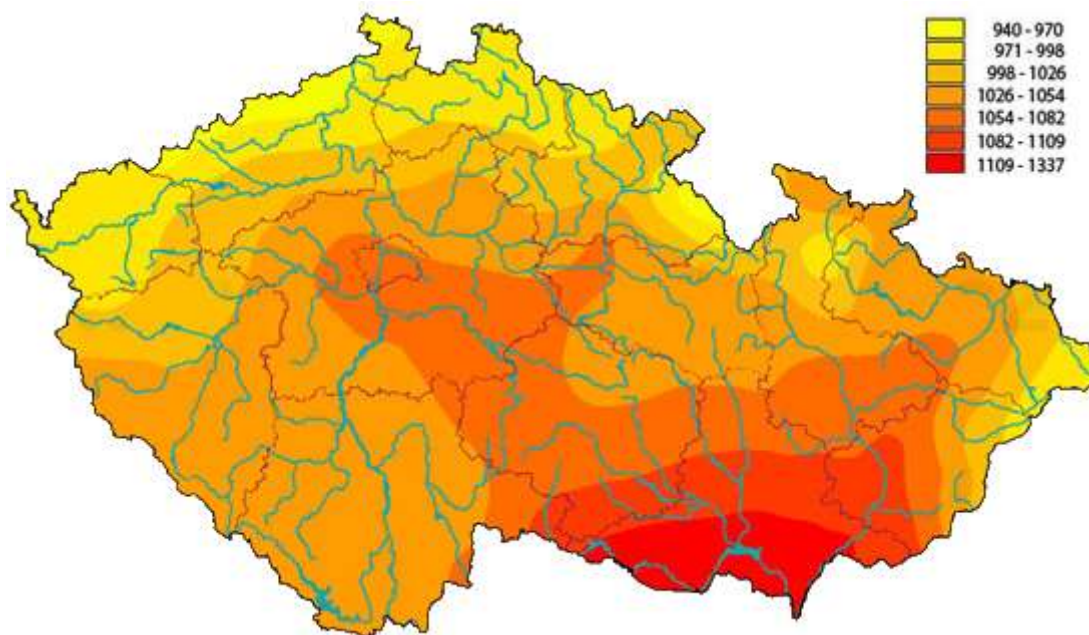
Nejdůležitějším mottem této směrnice je dosažení cíle 20-20-20 do roku 2020:

- zvýšit energetickou účinnost za účelem snížení spotřeby energie o 20 %
- snížit emise skleníkových plynů alespoň o 20 %
- zvýšit podíl obnovitelných zdrojů na 20 % z celkové spotřeby energie Unie

[6] [7]

1.2 Sluneční energie

Slunce je základem všeho života na této Zemi. Aniž bychom si to uvědomovali, sluneční světlo, které prochází okny a dalšími prosklenými otvory, ohřívá vnitřní prostory objektu, přispívá k vytápění a tím slouží k pokrytí části naší spotřeby tepla. Je základem i fosilních paliv, které byly uloženy v biomase před stovky miliony let a jsou v nynější době hojně využívány. To bude platit pouze do té doby, než budou jejich zásoby vyčerpány. Proto je v dnešní době trend vracet se co nejvíce k využívání obnovitelných zdrojů. [1] [2]



Obr. č. 1 - Roční úhrn globálního slunečního záření v ČR [W/m^2] [9]

1.2.1 Zdroj energie

Zdrojem energie je termonukleární reakce, která se nazývá jaderná fúze. Probíhá v centrální části Slunce a jedná se o přeměnu lehčích jader vodíku na těžší jádro helia. Tato energie postupně přechází z jádra až na povrch Slunce, odkud je vyzařována ve formě ultrafialového, slunečního a infračerveného záření. Jelikož Slunce je od naší Země vzdáleno cca 150 miliónů km a záření se pohybuje přímočaře rychlostí 300 000 km/s, aniž by bylo něčím pohlcováno, tak výpočtem dostáváme fakt, že na Zemi doletí za pouhých 500 sekund, tj. 8 minut a 20 sekund. [1]

1.2.2 Sluneční konstanta

Jedná se o hustotu toku sluneční energie na jednotku plochy kolmé ke směru šíření záření, které dopadá na vnější povrch atmosféry. Hodnota činí 1367 W/m^2 a udává se jako jediná střední hodnota, ačkoliv její hustota toku sluneční energie se během roku mění. V zimním období atmosféra přejímá více slunečního záření než v létě, jelikož v těchto časech je Slunce k Zemi blíže než v časech letních. [1]

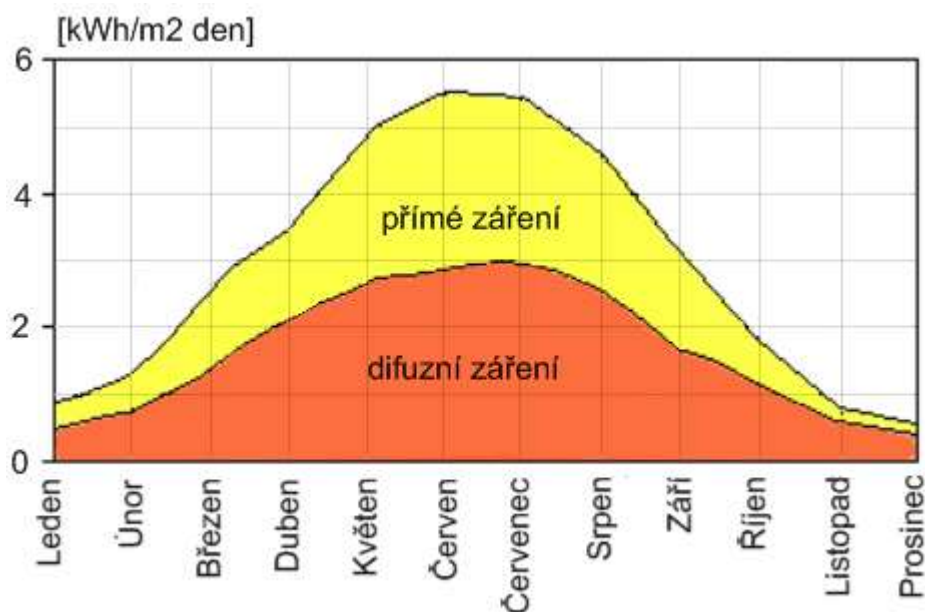
1.2.3 Přímé a difúzní záření

O difúzním záření můžeme mluvit jako o všesměrovém. Při průchodu atmosférou dochází k jeho rozptýlení a přichází ve formě rozptýleného neboli difúzního slunečního záření, které má ve všech směrech stejnou intenzitu. Jako difúzní záření se započítává i záření odražené. Sluneční záření je nerozptýlené, má směrový charakter a jeho hustota je značně závislá na úhlu dopadu.

Intenzita slunečního záření je ovlivněna:

- a) lokalitou
- b) stupněm znečištění atmosféry
- c) orientací absorpční plochy
- d) počasím, ročním období

[1] [5]

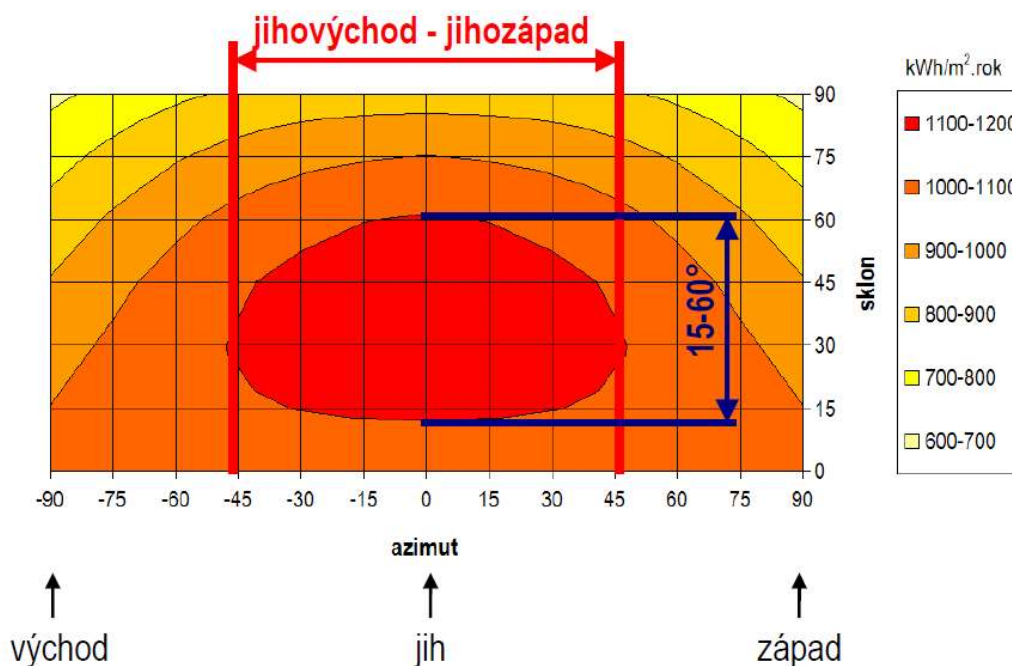


Obr. č. 2 - Přímé vs. difúzní záření v podmínkách ČR [9]

1.2.4 Sluneční energie v ČR a optimální sklon plochy

Energie dopadající na vodorovnou plochu na našem území se průměrně pohybuje okolo 1000 až 1200 kWh/(m².rok). Tyto hodnoty lze brát v úvahu při optimálním sklonu ploch na jih. Při odchylce od jižního směru se hodnoty sluneční energie liší. Nicméně

nejvýhodnější sklon je na jihozápad, kdy v čase hlavní doby provozu jsou vyšší teploty venkovního vzduchu, a tím i menší tepelné ztráty kolektoru, což vede k vyšší účinnosti. Sklon kolektorů se volí dle způsobu užívání. Pro letní provoz je nejvýhodnější sklon 10° až 30° . Pokud jsou však kolektory využívány na pokrytí potřeby tepla pro vytápění bez letního využití, volí se sklon 70° až 90° . Nejúčinnější sklon při zohlednění celoročního využití sluneční energie je však 40° až 50° . [1]



Obr. č. 3 - Roční úhrny energie slunečního záření v závislosti na orientaci a sklonu plochy [1]

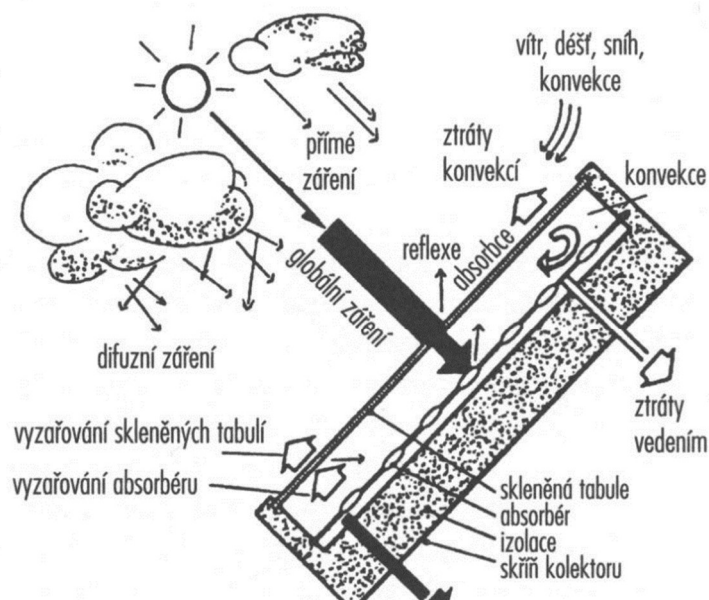
1.3 Solární systémy

1.3.1 Historie solárních systémů

Počátek termických systému sahá do 19. století, kdy Clarence M. Kemp získal v roce 1891 celosvětově platný patent na solární termický systém. Jednalo se pouze o jednoduchý termický zásobník pro ohřev vody, ale na počátku 20. století se Williamu J. Baileymu podařilo vytvořit dokonalejší zařízení, kde byly sluneční kolektor a zásobník odděleny. Tyto systémy se hojně využívaly do 2. světové války. Poté došlo k ústupu těchto zařízení vlivem využívání fosilních paliv. Teprve v 70. letech, v době ropné krize se vrátily termické systémy do módy a jsou využívány dodnes. Jen jsou mnohem technicky dokonalejší. [2]

1.3.2 Funkce a konstrukce

Solární tepelná energie se popisuje jako teplo, které vznikne přeměnou sluneční energie. Princip solárních systémů je založen na zachycování záření (přímého i difúzního) kolektorem, jehož ústřední součástí je absorbér. Ten má za funkci pohlcovat sluneční světlo a přeměňovat ho na teplo. To je poté předáváno teplotonosnému mediu, které protéká v trubkách umístěných na absorbéro nebo přímo v něm. Absorbér i trubky musí vykazovat dobrou tepelnou vodivost, a proto se vyrábí z dobře teplo vodivých materiálů jako jsou hliník nebo měď. Teplotonosným mediem by mohla být např. i obyčejná voda, ale ta by nemohla být využívána v zimním období. Proto se nyní používají teplotonosné látky, které obsahují nemrznoucí přípravky a antikoroziční přísady. Nevyhnutelným problémem v solárních systémech je vznik tepelných ztrát, které vznikají odrazem slunečního záření od absorbéro, únikem tepelné energie ještě dříve, než se dostane k teplotonosnému mediu nebo vedením tepla součástkami, které upevňují absorbér či trubky. Snaha o minimalizování ztrát je prováděna vložím absorbéro plochého kolektoru do skříně, která je ze všech stran uzavřená, zároveň po stranách a na zadní části dobře izolovaná. Na sluneční straně je instalován transparentní kryt, který sluneční záření snadno propouští dovnitř, ale zároveň snižuje ztráty konvekci do exteriéru. [2] [3]



Obr. č. 4 - Pochody ve slunečním kolektoru [3]

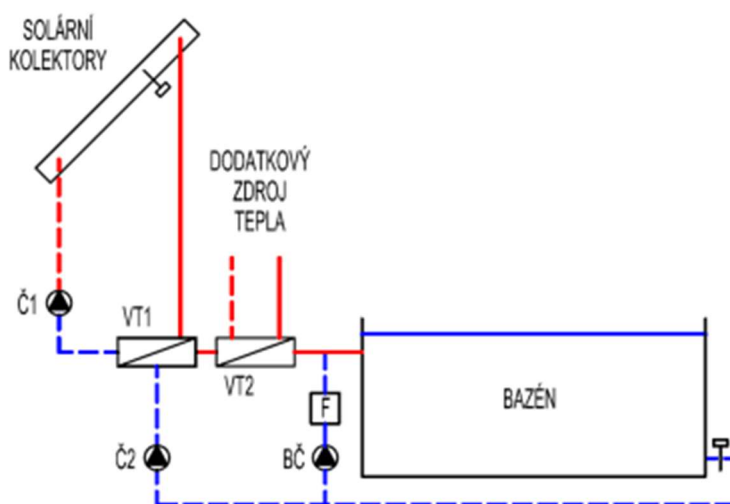
1.3.3 Možnosti použití solárních systémů

Solární soustavy mohou být uplatněny v mnoha oblastech jako jsou: ohřev vody v bazénech (zejména nekrytých), ohřívání užitkové vody v letním období a přechodném období (resp. předehřívání v zimě), vytápění (v přechodném období v zimě), temperování výrobních a skladových hal vzduchovými kolektory, výroba procesního tepla pro průmyslové využití, vaření, sušení (potravin nebo sena) nebo destilace (např. odsolování mořské vody a příprava pitné vody).

Solární kolektory se však nejvíce využívají pro první tři zmíněné způsoby, které popisují níže. [3]

1.3.3.1 Ohřev vody v bazénech

Při ohřevu vody v bazénech pomocí solárních kolektorů se shoduje poptávka po sluneční energii s nabídkou, jelikož nekryté bazény jsou provozovány v letním období. Tepelně – technické nároky na tento provoz nejsou velké, protože teploty vody okolo 23-26 °C jsou pro návštěvníky dostačující. Sama voda je zásobníkem tohoto systému a při velkém objemu vody obsaženém v bazénu, dochází ke ztrátám, a to v noci nebo při špatných klimatických podmínkách velmi pomalu. Abychom výrazně snížili ztráty tepla, je vhodné přes noc zakrývat hladinu vody. [3]



Obr. č. 5 - Schéma solární soustavy pro ohřev bazénové vody (v obtoku filtrace) [11]

1.3.3.2 Příprava teplé vody

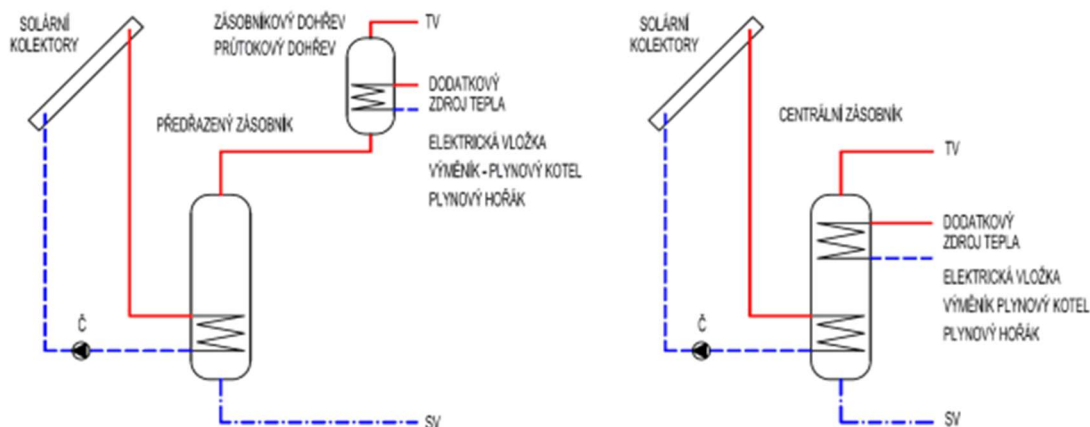
Solární soustavy pro přípravu teplé vody jsou u nás dnes rozšířeným trendem. Díky téměř konstantnímu využití sluneční energie pro přípravu teplé vody je brán tento systém jako výhodný.

Dělí se na 2 druhy provedení, a to samotížné systémy a systémy s nuceným oběhem. Výhodou samotížného systému je funkčnost bez použití čerpadla, řídících prvků a cizí energie. Ale převažuje řada nevýhod a důvodů, proč tento systém nepoužívat po celý rok na přípravu teplé vody. Aby byl systém funkční, musel by se zásobník umístit ve vyšší poloze, než je poloha kolektoru. Na našem území se potýkají s problémem vzniku velkých ztrát, kvůli klimatu. A dalšími omezujícími podmínkami by mohl být například vzhled, statika či samotná instalace.

Proto je vhodnější v našich podmínkách používat systém s nuceným oběhem, který sice musí obsahovat čerpadlo a regulátor, ale umístění jednotlivých součástí je takřka libovolné a můžeme jím dosahovat vyšších účinností. Za nevýhodu lze považovat jen pořizovací cenu.

Solární ohřev se dá snadno zasadit do stávající soustavy jako předehřev vody a původní zdroj teplé vody se dá použít k dohřívání teplé vody.

V rodinných domech jsou tyto systémy využívány jako maloplošné solární soustavy, kde plocha solárního kolektoru se pohybuje okolo 4-8 m² a velikost zásobníku s teplou vodou má objem mezi 200 a 400 litrů. U maloplošných systémů se dělí solární soustava na dvě varianty. S předehřívacím solárním zásobníkem, kdy solární zásobník je předřazen konvenční přípravě teplé vody nebo s bivalentním solárním zásobníkem, kdy solární zásobník má vestavěný dodatečný zdroj tepla.

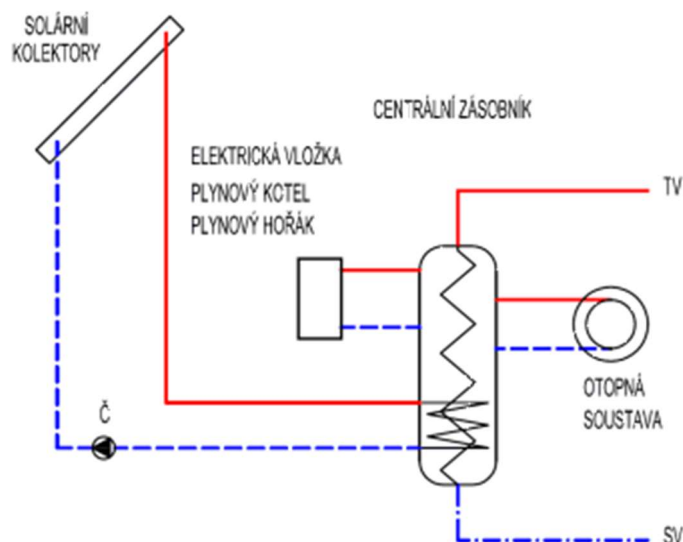


Obr. č. 6 - Solární příprava teplé vody [12]

Při návrhu je nutné vycházet z reálné potřeby tepla na přípravu teplé vody. Je dána součtem potřeby tepla na přípravu teplé vody a vzniklými ztrátami (v zásobníku a rozvodech). U předimenzovaných ploch solárních kolektorů vznikají převážně v letních obdobích výrazné přebytky. Tím dochází k přehřívání kolektorů, ve kterých začne teplotní látka vřít a měnit se na páru. Poté dostáváme nežádoucí efekt tzv. stagnaci, což je pronikání páry o vysoké teplotě do rozvodů solární soustavy. Proto je vhodné mít v letních obdobích ještě jiný spotřebič tepla jako je např. nekrytý bazén. [1] [3] [11] [14]

1.3.3.3 Solární vytápění

Největším problémem tohoto způsobu využití sluneční energie je míjení se její poptávky s nabídkou. Proto bylo nutné zlepšovat techniku zásobníků a systému jako celek. Snižováním potřeby tepla na vytápění budov nacházejí solární soustavy uplatnění. A to hlavně jako kombinované solární soustavy, kdy solární systém sdružuje přípravu teplé vody a vytápění. Dalším důvodem ke snižování tepelných ztrát budov je možnost použití nízkoteplotních soustav a tím využívat sluneční energii nejen v přechodném období, ale i v období zimním. V letním období lze přebytky užít např. pro ohřev bazénové vody. Pokud však není možné přebytečné zisky odvádět do jiného „spotřebiče“, je nutné zajistit, aby soustava nebyla předimenzovaná. [1] [2] [3]



Obr. č. 7 - Schéma solární kombinované soustavy s centrálním zásobníkem tepla [13]

1.3.4 Stagnace solárních soustav

Jedná se o stav, kdy soustava tzv. „stojí“. Teplo není odváděno z kolektorů a tím dochází k přehřátí kolektoru, k varu teplotnosné látky, k její přeměně na páru a pronikání páry do rozvodů soustavy. Stagnace nastává hlavně u kombinovaných systémů, kdy jsou solární kolektory předimenzovány, není zajištěn jiný „spotřebič“ tepla a v letních špičkách vznikají velké přebytky. [14]

1.3.4.1 Stagnační chování kolektoru

V první fázi se kapalina zvýšením teploty roztahuje. Ve druhé fázi začne vznikat sytá pára, která vytlačuje kapalinu z kolektoru. Ve třetí fázi se zbylá kapalina v kolektoru odpařuje a kolektor je nadále vyplňován sytou parou. Při přeměně skupenství teplotnosné látky dochází k odvodu vysokých teplot do okolí a pronikání páry do rozvodů. Čtvrtá fáze nastává při pokračujícím přehřívání kolektorů, tím dochází k vysoušení kolektoru a může dokonce dojít k poklesu páry. Pátá fáze je stav, kdy teplota v kolektoru klesne pod bod varu, teplotnosná látka se mění zpět v kapalinu a vyplňuje kolektor.

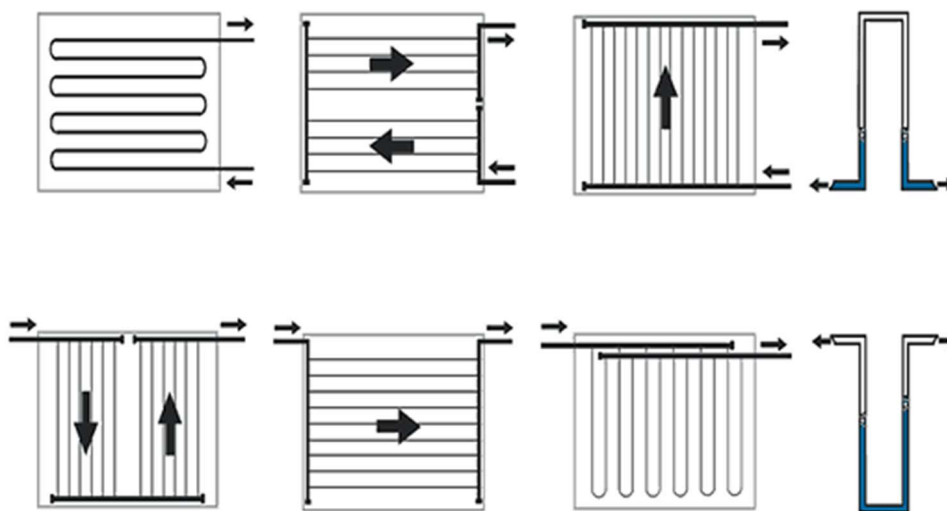
Důležitým faktorem, který může ovlivnit průběh stagnace, je vyprazdňování kapaliny na začátku druhé fáze. Vyprázdněním kolektoru se zmenší množství vzniklé

páry. Při vzniku většího množství páry se může dostat do rozvodu a tím degradovat ostatní součástky systému jako je čerpadlo, výměník, průtokoměr atd. [14]

1.3.4.2 Ochrana proti problémům se stagnací

1.3.4.2.1 Vyprazdňovací schopnost kolektorů

Zásadní vliv na vyprazdňování má zapojení absorbéru. Při dobrém zapojení je ve druhé fázi, kdy začíná vznikat pára, zbytek objemu kapaliny vytlačen z kolektoru a tím nevzniká další pára. Špatné zapojení se vyznačuje omezeným vytlačením kapaliny z kolektoru a teplotosná látka, která vytlačit nelze, se promění na páru. Možným opatřením může být jednoduchá změna montážní polohy kolektoru. [15]

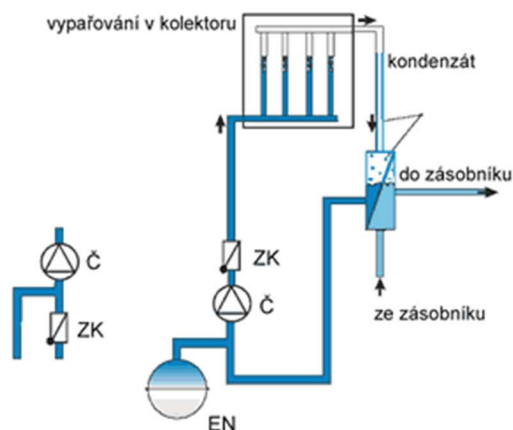


Obr. č. 8 - Kolektory s dobrou (nahore) a špatnou (dole) vyprazdňovací schopností z hlediska tvorby páry při stagnaci [15]

1.3.4.2.2 Poloha zpětné klapky

Vliv na stagnaci má poloha zpětné klapky vzhledem k umístění expanzní nádoby. V provedení na levé části obrázku je kapalina vytlačena do expanzní nádoby přívodním i odvodním potrubím a tím se sníží množství vzniklé páry. V pravé části obrázku

je vyprazdňování ovlivněno pouze horním vývodem a pára se dostane daleko do soustavy. [15]



Obr. č. 9 - Umístění klapky v solární soustavě [15]

1.3.4.2.3 Dimenze expanzní nádoby

Správnou dimenzí expanzní nádoby se může předejít ztrátě teploty látky pojistným ventilem. Při vzniku páry dochází ke změně objemu a expanzní nádoba by měla zareagovat a vytlačit objem kapaliny z kolektoru. [15]

1.3.4.2.4 Teplonosná látka

Teplonosná látka v kolektorech musí být odolná vůči vysokým teplotám, aniž by podléhala degradaci. Dále by měla obsahovat kapalně odpařitelné inhibitory a zpětně smísitelné s teplotou látkou. [15]

1.3.4.2.5 Sklon kolektoru

Omezení stagnace může ovlivnit změna sklonu kolektoru. Při navýšení sklonu oproti optimálnímu sklonu 45° se sníží letní zisky. [15]

1.3.5 Solární soustavy – rozdělení podle velikosti ploch kolektorové plochy

malé solární soustavy-maloplošné (do 20 m²)

střední solární soustavy-středněplošné (od 20 m² do 200 m²)

velké solární soustavy-velkoplošné (nad 200 m²) [4]

1.3.6 Solární soustavy-rozdělení podle měrného průtoku teplotnosné kapaliny kolektory

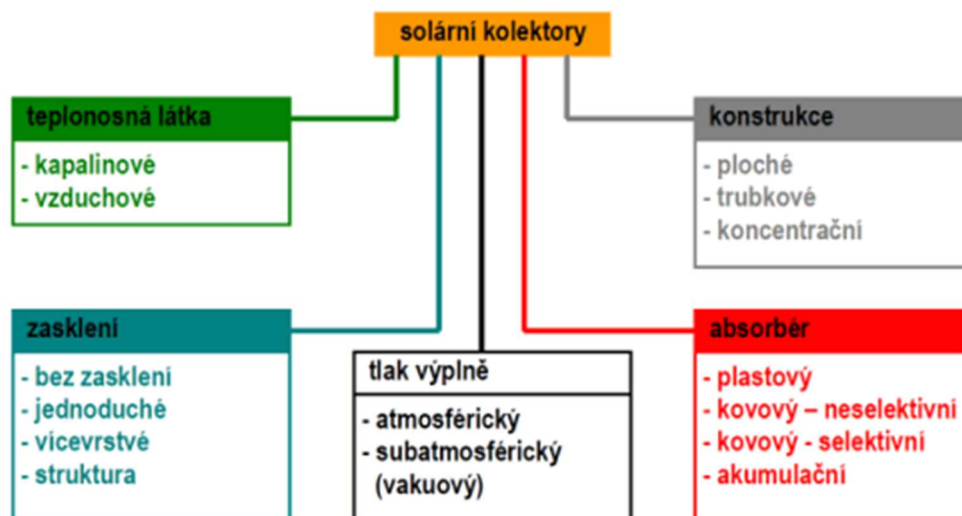
- a) s nízkým průtokem - "low flow" soustavy, 10 až 15 l/(h.m²)
- b) s vysokým průtokem - "high flow" soustavy, 50 až 75 l/(h.m²)
- c) s proměnným průtokem - "matched flow", 10 až 75 l/(h.m²)

Soustavy s nízkým průtokem se používají jako velkoplošné systémy, kvůli úspoře nákladů na potrubí a izolaci v kombinaci se stratifikačními zásobníky. Vlivem nízkého průtoku se teplotnosná látka v kolektorech ohřeje o 50 až 60 K a využitelná teplota je použitelná již po jediném průchodu kapaliny kolektorem. V horní části stratifikačního zásobníku se vyskytuje část teplé vody k okamžité spotřebě i za nízké intenzity slunečního záření (bez nutnosti dodatkového ohřevu). V dolní části zásobníku se udržuje až do jeho konečného nabití nízká teplota kapaliny, která vstupuje do kolektoru. U těchto systémů je nutné použití zásobníků s řízeným vrstvením.

Soustavy s vysokým průtokem se používají u maloplošných soustav, jako jsou např. pro rodinné domy. Teplotnosná kapalina se vlivem vysokého průtoku ohřívá o 6 až 10 K. Na rozdíl od soustavy s nízkým průtokem nevyužívá vrstvení v zásobníku a je ohříván celý jeho objem. Ten je však ohříván pomaleji.

Soustavy s proměnným průtokem optimalizuje průtok solární soustavou pro zvýšení využitelnosti solárních zisků pro krytí potřeby tepla. Využívá pokročilé regulační strategie, kdy otáčky oběhového čerpadla jsou řízeny tak, aby na výstupu z kolektoru byla dostatečně využitelná teplota, kterou se nabíjí horní část zásobníku (low flow režim). Pokud soustava nedosahuje využitelných teplot, přepne se do režimu high-flow a je nabíjena spodní část zásobníku. [8]

1.4 Druhy solárních kolektorů



Obr. č. 10 - Rozdělení solárních kolektorů [10]

1.4.1 Druhy solární kolektorů – dle typu konstrukce

1.4.1.1 Nekryté (nezasklené) kolektory

Nejlepší využití těchto kolektorů je pro ohřev bazénové vody, kde nepožadujeme relativně vysoké teploty. Absencí krytu se zlepšují optické vlastnosti kolektoru, protože nevznikají ztráty odrazem od zasklení, ale vznikají vyšší tepelné ztráty konvekcí. Zároveň je účinnost kolektoru závislá na klimatických podmínkách, které razantně ovlivňují výkon kolektoru. Nekryté kolektory se vyrábějí převážně z plastu odolného vůči UV záření (EPDM, polypropylen). Odolnějším materiálem vůči klimatickým podmínkám, který se může využít, je kov z nerezů s vysoce absorpčními povlaky. [1] [5]

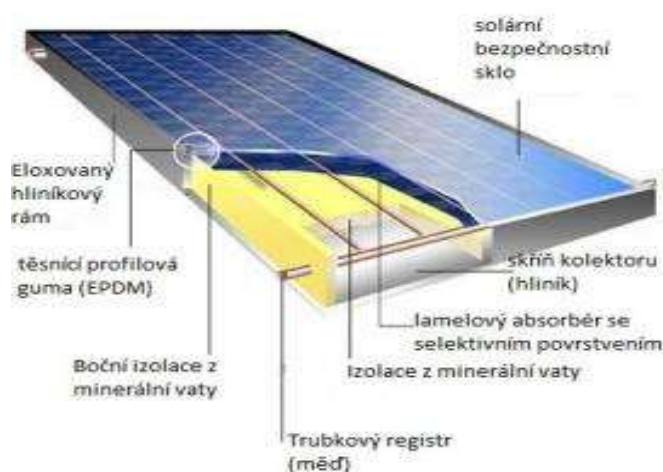


Obr. č. 11 - Bazénové absorbéry jako rohože z materiálu odolného vůči UV záření [10]

1.4.1.2 Ploché atmosférické kolektory

Hlavními prvky kolektoru jsou zasklení, rám, vana, absorber s trubkovým registrem a tepelněizolační výplň. Nejvyžívanějšími v této sféře jsou kolektory s jednoduchým zasklením a selektivním povrchem absorberu. Jsou využívány pro přípravu teplé vody nebo přitápění. Selektivní povrch zvyšuje absorpční vlastnosti a snižuje emisivitu. Využití neselektivních povrchů kolektorů se najde pouze pro sezónní aplikace. Absorbéry se vyrábí jako celoplošné nebo dělené do lamel. Absorpční plocha je navařena nebo nalisována na trubkovém registru, kterým proudí kapalina a odvádí využitelné teplo. Rám kolektoru je ve formě lisované skříně nebo je složen z profilů a podle potřeby vyplněn tepelnou izolací.

Ploché kolektory nachází uplatnění při jejich zabudování do obálky budovy, kdy část střešního pláště nebo fasády je nahrazena kolektorem. Toto řešení umožňuje využití zimních pasivních zisků, snižuje tepelné ztráty obálky a zvyšuje účinnost kolektorů (kontaktní instalace s izolační vrstvou obálky). [1] [5]



Obr. č. 12 - Plochý selektivní kolektor [10]

1.4.1.3 Ploché vakuované kolektory

Tyto kolektory se od plochých atmosférických kolektorů liší využíváním vakua namísto tepelné izolace. Vakuum je snížený tlak, který omezuje proudění vzduchu mezi absorberem a zasklením či zadní stěnou kolektoru. Zároveň dochází ke zvýšení účinnosti v zimních měsících. Důležité je zajištění těsnosti vnitřního prostoru a možnost opětovně vakuovat kolektor (vana kolektoru vybavena ventilem). Zasklení kolektoru bývá vyztuženo rastrově uspořádanými nerezovými podpůrnými elementy, aby byla zajištěna ochrana proti možnosti prasknutí skla vlivem atmosférického tlaku. [1] [5]



Obr. č. 13 - Konstrukce plochého atmosférického a plochého vakuového kolektoru [10]

1.4.1.4 Trubkové vakuové kolektory

Jedná se o kolektory s válcovým zasklením, kde prostor mezi absorbérem a zasklením je vakuován na velmi nízký tlak. Vakuum eliminuje přenos tepla vedením a konvekcí. Přenos tepla způsobuje sálání. Abychom mohli vyloučit výskyt zbytkových plynů, používají se tzv. getry, které využívají baryum, a to pohlcuje molekuly plynů. Tepelné trubice pracují na principu, že pracovní kapalina mění své skupenství. Při vysoké teplotě se kapalina odpaří, putuje do kondenzační části, kde dochází k přestupu tepla a změně se zpět na kapalinu. Pro zajištění funkčnosti systému se volí sklon 20° až 25° , aby se kapalina mohla vrátit do výparníku.

Základní rozdělení trubkových vakuových kolektorů:

- a) trubkové kolektory s jednostěnnou trubkou a plochým absorbérem
- b) trubkové kolektory s dvoustěnnou trubkou a válcovým absorbérem (Sydney) [1]



Obr. č. 14 - Trubky jednostěnných vakuových kolektorů: s přímo protékaným koncentrickým potrubím (vlevo), s tepelnou trubicí (vpravo) [10]



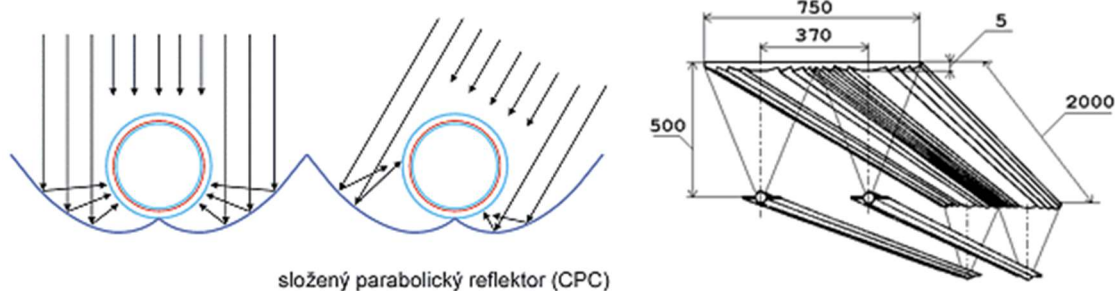
Obr. č. 15 - Trubkový dvojstěnný vakuový kolektor na bázi Sydney trubek s teplosměnnou lamelou [10]

1.4.1.5 Koncentrační kolektory

Aby tyto kolektory mohly být využívány, je nutné zajistit navádění absorberu podle pohybu Slunce a umístit ho tam, kde je dostatečná produkce slunečního záření. Funguje na principu odrazu slunečního záření od zrcadel či lomem čočky na absorber o výrazně menší ploše, než je přijímač slunečního záření.

Rozdělení koncentračních kolektorů:

- koncentrační kolektor s lineárním ohniskem (parabolickým reflektorem)
- koncentrační kolektor s lineární Fresnellovou čočkou [1]



Obr. č. 16 - Koncentrační solární kolektory pro aplikace na budovách: trubkový Sydney kolektor s reflektorem (vlevo), solární kolektor s lineární Fresnellovou čočkou (vpravo) [10]

1.5 Solární kolektory a normy

ČSN EN ISO 9488 Solární energie – Slovník. ČSN 2001

ČSN EN 12975-1:2011 (73 0301) Tepelné solární soustavy a součásti – Solární kolektory – Část 1: Všeobecné požadavky. ČNI 2006

ČSN EN 12975-2:2006 (73 0301) Tepelné solární soustavy a součásti – Solární kolektory – Část 2: Zkušební metody. ČNI 2006

ČSN EN 12976-1 Tepelné solární soustavy a součásti – Soustavy průmyslově vyráběné – Část 1: Všeobecné požadavky. ČNI 2006.

ČSN EN 12976-2 Tepelné solární soustavy a součásti – Soustavy průmyslově vyráběné – Část 2: Zkušební metody. ČNI 2006.

ČSN EN 12977-3 Tepelné solární soustavy a součásti – Soustavy stavěné na zakázku – Část 3: Metody zkoušení parametrů solárních zásobníků pro ohřev vody. ÚNMZ 2009.

ČSN EN 15316-4-3 Tepelné soustavy v budovách – Výpočtová metoda pro stanovení energetických potřeb a účinností soustavy – Část 4-3: Výroba tepla na vytápění, tepelné sluneční soustavy, ČNI, 2008.

1.5.1 Solární zkoušky požadované podle EN 12975:

- a) vnitřní přetlak v absorberu
- b) odolnost proti vysokým teplotám
- c) vystavení vlivům prostředí
- d) vnější tepelný ráz
- e) vnitřní tepelný ráz
- f) odolnost proti dešti (jen pro zasklené kolektory)
- g) mechanické zatížení
- h) tepelný výkon
- i) odolnost proti mrazu (nepovinná, pouze pro mrazuvzdorné kolektory)
- j) odolnost proti nárazu (nepovinná) [1] [16]

2 VÝPOČTOVÁ ČÁST

2.1 Analýza objektu

Objekt

Druh stavby: Rodinný dům

Lokalita: katastrální území Brno – Jihomoravský kraj

Dispoziční řešení: Objektem je rodinný dům se 2 obytnými podlažími, nevytápěnou půdou a 1 podzemním podlažím. Objekt ze severní strany navazuje na další rodinný dům, který je oddělen stěnou. Svislé nosné i nenosné konstrukce jsou tvořeny z cihel plných pálených, vodorovné konstrukce jsou buď železobetonové nebo dřevěné trámové. Sklep v podzemním podlaží a 1NP je dělen železobetonovou stropní konstrukcí. Nevytápěná půda je od vytápěného prostoru oddělena dřevěným trámovým stropem. Taktéž je tvořen strop mezi oběma obytnými podlažími. Sklon střechy na západní straně tvoří 45°. Z východní strany má střecha sklon 55,3°. Vstup do objektu je umožněn ze západní a východní strany. První místností z exteriéru je schodišťový prostor spojený s chodbou. V podzemním podlaží se nachází místnosti pro skladování a technická místnost. Dalšími místnostmi v objektu je 6 obytných místností, 2 kuchyně, 2 koupelny, 2 WC, 2 chodby a spíž.

Systém vytápění

Otopná soustava: dvoutrubková uzavřená soustava s nuceným oběhem vody, rozvody jsou vedeny v podlaze

Otopná tělesa: desková otopná tělesa se spodním pravým připojením, v koupelně jsou umístěna také trubková otopná tělesa se středovým připojením

Zdroj tepla: plynový kondenzační kotel

Příprava teplé vody: bivalentní zásobník ohříván solární soustavou a v případě potřeby dohříván plynovým kondenzačním kotlem

2.2 Výpočet tepelného výkonu

Výpočet je proveden dle ČSN EN 12 831.

2.2.1 Skladba konstrukcí a výpočet součinitele prostupu tepla „U“

$$U = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i} + \sum_1^n \frac{d_j}{\lambda_j} + \frac{1}{\alpha_e}} = \frac{1}{R_{si} + \sum_1^n \frac{d_j}{\lambda_j} + R_{se}} = \frac{1}{R_T} \quad [\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}]$$

α_i – součinitel přestupu tepla na vnitřní straně [$\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$]

α_e – součinitel přestupu tepla na vnější straně [$\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$]

R_{si} – odpor při přestupu tepla na vnitřní straně [$\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$]

R_{se} – odpor při přestupu tepla na vnější straně [$\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$]

R_T – celkový odpor konstrukce při prostupu tepla [$\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$]

$$\text{POSOUZENÍ : } U \leq U_{N,20}$$

Stávající konstrukce

SO1 – OBVODOVÁ KONSTRUKCE TL. 450 mm

SO1 – OBVODOVÁ KONSTRUKCE TL. 450 mm							
Název vrstvy	d [m]	λ [W/mK]	R [m²K/W]	R _{si} [m²K/W]	R _{se} [m²K/W]	R _T [m²K/W]	U [W/m²K]
Omítka vápenná	0,01	0,88	0,011	0,13	0,04	2,739	0,37
Cihla plná pálená	0,45	0,8	0,563				
Omítka vápenná	0,01	0,88	0,011				
Tmel	0,003	0,26	0,012				
Pěnový polystyren	0,1	0,051	1,961				
Tenkovrstvá omítka	0,006	0,54	0,011				
		ΣR	2,569				

SO2 – OBVODOVÁ KONSTRUKCE TL. 300 mm

SO2 – OBVODOVÁ KONSTRUKCE TL. 300 mm							
Název vrstvy	d [m]	λ [W/mK]	R [m²K/W]	R _{si} [m²K/W]	R _{se} [m²K/W]	R _T [m²K/W]	U [W/m²K]
Omítka vápenná	0,01	0,88	0,011	0,13	0,04	2,551	0,39
Cihla plná pálená	0,3	0,8	0,375				
Omítka vápenná	0,01	0,88	0,011				
Tmel	0,003	0,26	0,012				
Pěnový polystyren	0,1	0,051	1,961				
Tenkovrstvá omítka	0,006	0,54	0,011				
		ΣR	2,381				

SN1 – VNITŘNÍ STĚNA TL. 450 mm

SN1 – VNITŘNÍ STĚNA TL. 450 mm							
Název vrstvy	d [m]	λ [W/mK]	R [m²K/W]	R _{si} [m²K/W]	R _{se} [m²K/W]	R _T [m²K/W]	U [W/m²K]
Omítka vápenná	0,01	0,88	0,011	0,13	0,13	0,845	1,18
Cihla plná pálená	0,45	0,8	0,563				
Omítka vápenná	0,01	0,88	0,011				
		ΣR	0,585				

SN2 – VNITŘNÍ STĚNA TL. 300 mm

SN2 – VNITŘNÍ STĚNA TL. 300 mm							
Název vrstvy	d [m]	λ [W/mK]	R [m²K/W]	R _{si} [m²K/W]	R _{se} [m²K/W]	R _T [m²K/W]	U [W/m²K]
Omítka vápenná	0,01	0,88	0,011	0,13	0,13	0,658	1,52
Cihla plná pálená	0,3	0,8	0,375				
Omítka vápenná	0,01	0,88	0,011				
		ΣR	0,398				

SN3 – VNITŘNÍ STĚNA TL. 150 mm

SN3 – VNITŘNÍ STĚNA TL. 150 mm							
Název vrstvy	d [m]	λ [W/mK]	R [m²K/W]	R _{si} [m²K/W]	R _{se} [m²K/W]	R _T [m²K/W]	U [W/m²K]
Omítka vápenná	0,01	0,88	0,011	0,13	0,13	0,470	2,13
Cihla plná pálená	0,15	0,8	0,188				
Omítka vápenná	0,01	0,88	0,011				
		ΣR	0,210				

SN4 – VNITŘNÍ STĚNA TL. 100 mm

SN4 – VNITŘNÍ STĚNA TL. 100 mm							
Název vrstvy	d [m]	λ [W/mK]	R [m²K/W]	R _{si} [m²K/W]	R _{se} [m²K/W]	R _T [m²K/W]	U [W/m²K]
Omítka vápenná	0,01	0,88	0,011	0,13	0,13	0,408	2,45
Cihla plná pálená	0,1	0,8	0,125				
Omítka vápenná	0,01	0,88	0,011				
		ΣR	0,148				

PDL – PODLAHA NA TERÉNU

PDL – PODLAHA NA TERÉNU							
Název vrstvy	d [m]	λ [W/mK]	R [m²K/W]	R _{si} [m²K/W]	R _{se} [m²K/W]	R _T [m²K/W]	U [W/m²K]
Betonová mazanina + nátěr	0,065	1,36	0,048	0,17	0,00	0,538	1,86
Lepenka	0,001	0,001	0,210				
Podkladní beton	0,15	1,36	0,110				
		ΣR	0,368				

STR1 – STROPNÍ KONSTRUKCE MEZI SKLEPEM A VYTÁPĚNÝM PROSTOREM

STR1 – STROPNÍ KONSTRUKCE MEZI SKLEPEM A VYTÁPĚNÝM PROSTOREM							
Název vrstvy	d [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	R _{si} [m ² K/W]	R _{se} [m ² K/W]	R _T [m ² K/W]	U [W/m ² K]
Betonová mazanina + nátěr	0,065	1,16	0,056	0,17	0,17	0,466	2,15
Železobetonový strop	0,1	1,43	0,070				
Vápenná omítka	0,01	0,88	0,011				
		ΣR	0,126				

STR2 – KONSTRUKCE V NP

STR2 – STROPNÍ KONSTRUKCE V NP							
Název vrstvy	d [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	R _{si} [m ² K/W]	R _{se} [m ² K/W]	R _T [m ² K/W]	U [W/m ² K]
Vlasy	0,18	0,860	0,209	0,17	0,17	1,258	0,79
Škvárový zásyp	0,075	0,310	0,242				
Dřevěné bednění	0,025	0,180	0,139				
Dřevěný trámový strop	0,25	1,286	0,194				
Dřevěné podbití	0,022	0,180	0,122				
Omítka vápenná	0,01	0,880	0,011				

STR3 – DŘEVĚNÁ STROPNÍ KONSTRUKCE MEZI VYTÁPĚNÝM PROSTOREM A PŮDOU

STR3 – DŘEVĚNÁ STROPNÍ KONSTRUKCE MEZI VYTÁPĚNÝM PROSTOREM A PŮDOU							
Název vrstvy	d [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	R _{si} [m ² K/W]	R _{se} [m ² K/W]	R _T [m ² K/W]	U [W/m ² K]
Půdovky	0,07	0,860	0,081	0,10	0,10	0,990	1,01
Škvárový zásyp	0,075	0,310	0,242				
Dřevěné bednění	0,025	0,180	0,139				
Dřevěný trámový strop	0,25	1,286	0,194				
Dřevěné podbití	0,022	0,180	0,122				
Omítka vápenná	0,01	0,880	0,011				
			0,790				

VÝPLNĚ OTVORŮ

KONSTRUKCE	U [W/m ² K]
OZ – Okno dvojité plastové	1,2
DN – dveře vnitřní	2
DV – dveře venkovní	1,2

Posouzení U – stávající konstrukce

KONSTRUKCE	U [W/m ² K]	U _{N,20} [W/m ² K]	U _{rec,20} [W/m ² K]	POSOUZENÍ
SO1 – OBVODOVÁ KONSTRUKCE TL. 450 mm	0,37	0,30	0,25	NEVYHOVUJE
SO2 – OBVODOVÁ KONSTRUKCE TL. 300 mm	0,39	0,30	0,25	NEVYHOVUJE
SN1 – VNITŘNÍ STĚNA TL. 450 mm	1,18	2,70	1,80	VYHOVUJE
SN1 – STĚNA MEZI SOUSEDNÍMI BUDOVAMI TL. 450 mm (OBYTNÉ MÍSTNOSTI)	1,18	2,70	1,80	VYHOVUJE
SN2 – VNITŘNÍ STĚNA TLOUŠŤKY 300 mm	1,52	2,70	1,80	VYHOVUJE
SN3 – VNITŘNÍ STĚNA TLOUŠŤKY 150 mm	2,13	2,70	1,80	NEVYHOVUJE
SN3 – VNITŘNÍ STĚNA TL. 150 mm (MEZI VYTÁPĚNÝM PROSTOREM A SKLEPEM)	2,13	0,60	0,40	NEVYHOVUJE
SN4 – VNITŘNÍ STĚNA TLOUŠŤKY 100 mm	2,45	2,70	1,80	NEVYHOVUJE
PDL – PODLAHA NA TERÉNU	1,86	0,45	0,30	NEVYHOVUJE
STR1 – STROPNÍ KONSTRUKCE MEZI SKLEPEM A VYTÁPĚNÝM PROSTOREM	2,15	0,60	0,40	NEVYHOVUJE
STR3 – DŘEVĚNÁ STROPNÍ KONSTRUKCE MEZI VYTÁPĚNÝM PROSTOREM A PŮDOU	1,01	0,30	0,20	NEVYHOVUJE
OZ – OKNO ZDVOJENÉ PLASTOVÉ	1,20	1,50	1,20	VYHOVUJE
DV – DVEŘE VENKOVNÍ	1,20	1,70	1,20	VYHOVUJE
DS – DVEŘE ZE SKLEPA	2,00	3,50	2,30	VYHOVUJE

Jelikož je objekt starší, tak jeho tepelně technické vlastnosti jsou z hlediska normy nedostatečné. Některé z konstrukcí nevyhovují na požadované ani doporučené normové hodnoty součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2:2011 Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky.

Proto v rámci této bakalářské práce provedu návrh konstrukcí tvořící obálku budovy tak, aby vyhovovaly na doporučené normové hodnoty součinitele prostupu tepla. Objekt vylepšením tepelně technických vlastností dopomůže ke snížení spotřeby energie na vytápění. S upravenými konstrukcemi budu pokračovat dále ve výpočtech.

Upravené konstrukce tvořící obálku budovy

SO1 – OBVODOVÁ KONSTRUKCE TL. 450 mm

SO1 – OBVODOVÁ KONSTRUKCE TL. 450 mm							
Název vrstvy	d [m]	λ [W/mK]	R [m²K/W]	R _{si} [m²K/W]	R _{se} [m²K/W]	R _T [m²K/W]	U [W/m²K]
Omítka vápenná	0,01	0,88	0,011	0,13	0,04	4,680	0,21
Cihla plná pálená	0,45	0,8	0,563				
Omítka vápenná	0,01	0,88	0,011				
Tmel	0,003	0,26	0,012				
Pěnový polystyren	0,16	0,041	3,902				
Tenkovrstvá omítka	0,006	0,54	0,011				
		ΣR	4,510				

SO2 – OBVODOVÁ KONSTRUKCE TL. 300 mm

SO2 – OBVODOVÁ KONSTRUKCE TL. 450 mm							
Název vrstvy	d [m]	λ [W/mK]	R [m²K/W]	R _{si} [m²K/W]	R _{se} [m²K/W]	R _T [m²K/W]	U [W/m²K]
Omítka vápenná	0,01	0,88	0,011	0,13	0,04	4,493	0,22
Cihla plná pálená	0,3	0,8	0,375				
Omítka vápenná	0,01	0,88	0,011				
Tmel	0,003	0,26	0,012				
Pěnový polystyren	0,16	0,041	3,902				
Tenkovrstvá omítka	0,006	0,54	0,011				
		ΣR	4,323				

PDL – PODLAHA NA TERÉNU

PDL – PODLAHA NA TERÉNU							
Název vrstvy	d [m]	λ [W/mK]	R [m²K/W]	R _{si} [m²K/W]	R _{se} [m²K/W]	R _T [m²K/W]	U [W/m²K]
Nášlapná vrstva	—	—	—	0,17	0,00	3,301	0,30
Betonová mazanina	0,06	1,36	0,044				
PE fólie	0,0002	0,2	0,001				
Tepelná izolace	0,12	0,041	2,927				
Betonová mazanina	0,06	1,36	0,044				
Lepenka	0,001	0,21	0,005				
Podkladní beton	0,15	1,36	0,110				
		ΣR	3,131				

STR1 – STROPNÍ KONSTRUKCE MEZI SKLEPEM A VYTÁPĚNÝM PROSTOREM

STR1 – STROPNÍ KONSTRUKCE MEZI SKLEPEM A VYTÁPĚNÝM PROSTOREM							
Název vrstvy	d [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	R _{si} [m ² K/W]	R _{se} [m ² K/W]	R _T [m ² K/W]	U [W/m ² K]
Nášlapná vrstva	–	–	–	0,17	0,17	2,895	0,35
Betonová mazanina	0,05	1,16	0,043				
PE fólie	0,0005	0,2	0,003				
Tepelná izolace PPS	0,1	0,041	2,439				
Železobetonový strop	0,1	1,43	0,070				
		ΣR	2,555				

STR2 – STROPNÍ KONSTRUKCE V NP

STR2 – STROPNÍ KONSTRUKCE V NP							
Název vrstvy	d [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	R _{si} [m ² K/W]	R _{se} [m ² K/W]	R _T [m ² K/W]	U [W/m ² K]
Nášlapná vrstva	–	–	–	0,17	0,17	2,216	0,45
Betonová mazanina	0,06	1,36	0,044				
PE fólie	0,0005	0,2	0,003				
Kročejová izolace MW	0,05	0,038	1,316				
Dřevěné bednění	0,025	0,18	0,139				
Dřevěný trámový strop	0,25	1,286	0,194				
OSB desky	0,022	0,13	0,169				
Vápenná omítka	0,01	0,88	0,011				
		ΣR	1,876				

STR3 – DŘEVĚNÁ STROPNÍ KONSTRUKCE MEZI VYTÁPĚNÝM PROSTOREM A PŮDOU

STR3 – DŘEVĚNÁ STROPNÍ KONSTRUKCE MEZI VYTÁPĚNÝM PROSTOREM A PŮDOU							
Název vrstvy	d [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	R _{si} [m ² K/W]	R _{se} [m ² K/W]	R _T [m ² K/W]	U [W/m ² K]
Tepelná izolace MW *	0,2	0,041	4,878	0,10	0,10	5,592	0,18
Dřevěné bednění	0,025	0,18	0,139				
Dřevěný trámový strop	0,25	1,286	0,194				
OSB desky	0,022	0,13	0,169				
Vápenná omítka	0,01	0,88	0,011				
		ΣR	5,392				

* v místě provozu umístit dřevěná prkna

SN3 – VNITŘNÍ STĚNA TL. 150 mm (MEZI VYTÁPĚNÝM PROSTOREM A SKLEPEM)

SN3 – VNITŘNÍ STĚNA TL. 150 mm							
Název vrstvy	d [m]	λ [W/mK]	R [m²K/W]	R _{si} [m²K/W]	R _{se} [m²K/W]	R _T [m²K/W]	U [W/m²K]
Omítka vápenná	0,01	0,88	0,011	0,13	0,13	2,909	0,34
Cihla plná pálená	0,15	0,8	0,188				
Tepelná izolace EPS	0,1	0,041	2,439				
Omítka	0,006	0,54	0,011				
		ΣR	2,649				

Posouzení U – upravené konstrukce

UPRAVENÉ KONSTRUKCE	U [W/m ² K]	U _{N,20} [W/m ² K]	U _{re,20} [W/m ² K]	POSOUZENÍ
SO1 – OBVODOVÁ KONSTRUKCE TL. 450 mm	0,21	0,30	0,25	VYHOVUJE
SO2 – OBVODOVÁ KONSTRUKCE TL. 300 mm	0,22	0,30	0,25	VYHOVUJE
SN3 – VNITŘNÍ STĚNA TL. 150 mm (MEZI VYTÁPĚNÝM PROSTOREM A SKLEPEM)	0,34	0,60	0,40	VYHOVUJE
PDL – PODLAHA NA TERÉNU	0,30	0,45	0,30	VYHOVUJE
STR1 – STROPNÍ KONSTRUKCE MEZI SKLEPEM A VYTÁPĚNÝM PROSTOREM	0,35	0,60	0,40	VYHOVUJE
STR2 – STROPNÍ KONSTRUKCE V NP	0,45	2,20	1,45	VYHOVUJE
STR3 – DŘEVĚNÁ STROPNÍ KONSTRUKCE MEZI VYTÁPĚNÝM PROSTOREM A PŮDOU	0,18	0,30	0,20	VYHOVUJE

Upravené konstrukce, které tvoří obálku budovy nyní vyhovují na doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2:2011 Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky ve znění Z1:2012. Kdyby byl proveden návrh na vytápění s původními konstrukcemi, ztráty by byly natolik velké, že by jeho provoz byl neekonomický.

2.2.2 Výpočet tepelných ztrát jednotlivých místností

Výpočet byl proveden pro venkovní teplotu $\theta_e = -12\text{ °C}$, která je typická pro oblast Brna. V rodinném domě se uvažuje s přirozeným větráním. Výpočet tepelných ztrát byl proveden dle ČSN EN 12831-1.

Ozn. Místnosti	Název místnosti	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$ [°C]
S01,101,201	Schodiště	15

Výpočet tepelné ztráty prostupem pro místnost č.

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
SO1	Obvodová konstrukce tl. 450 mm	18,884	0,21	0,05	0,26	1	4,91
DV	Dveře venkovní	2,73	1,2	0,05	1,25	1	3,41
OZ	Okno zdvojené plastové	1,1025	1,2	0,05	1,25	1	1,38
					0		0,00
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ (W/K)							9,70

Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	b_u	$A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$
STR3	Dřevěná stropní konstrukce mezi vytápěným prostorem a půdou	12,54	0,18	0,05	0,23	0,667	1,92
STR1	Stropní konstrukce mezi sklepem a vytápěným prostorem	14,96	0,35	0,05	0,4	0,555	3,32
DN	Dveře vnitřní	2,1	2	0,05	2,05	0,555	2,39
SN3	Vnitřní stěna tl. 150 mm	9,59	0,34	0,05	0,39	0,555	2,08
SCH	ŽB konstrukce	2,22	0,34	0,05	0,39	0,555	0,48
Celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor $H_{T,iue} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$ (W/K)							10,19

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$		
SN1	Vnitřní stěna tl. 450 mm do 20 °C	40,95	1,18	-0,19	-8,94		
SN3	Vnitřní stěna tl. 150 mm do 20 °C	18,80	2,13	-0,19	-7,41		
SN4	Vnitřní stěna tl. 100 mm do 20 °C	6,51	2,45	-0,19	-2,95		
DN	Dveře vnitřní do 20 °C	4,20	2,00	-0,19	-1,55		
STR2	Stropní konstrukce v NP do 20 °C	9,15	0,45	-0,19	-0,76		
Celk. měrná tepelná ztráta z/do prostor s odl.tepl. $H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ (W/K)							-21,61

Tepelné ztráty zeminou							
Č.k.	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	$A_k \cdot U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_w
PDL	Podlaha na terénu	4,08	0,16	0,65	1,45	0,56	1,00
			0,20	0,00			
			0,20	0,00			
$(\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k})$				0,65			
Celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig} = (\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$ (W/K)							0,53
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,ig}$							-1,20
	$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,i}$	Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ (W)		
	20,00	-12,00	32,00	-1,20	-38		

Výpočet tepelných ztrát větráním pro místnost č.

Objem místnosti V_i (m³)	Výpočtová venkovní teplota θ_e	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$	Hygienické požadavky	
			n (h⁻¹)	$V_{min,i}$ (m³/h)
27,72	-12,00	20,00	0,50	13,86
Počet nechráněných otvorů	n_{50}	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ε	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$ (m³/h)
3,00	4,50	0,05	1,00	12,47
Výpočet tepelné ztráty větráním				
$\max. z V_{min,i} \cdot V_{inf,i}$	$H_{v,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_e$	Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{v,i}$ (W)	
13,86	4,71	32,00	151	

Ozn. Místnosti	Název místnosti	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$ [°C]
102	Chodba	20

Výpočet tepelné ztráty prostupem pro místnost č.

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
					0		0
					0		0
					0		0
					0		0
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ (W/K)							0

Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	b_u	$A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$
STR1	Stropní konstrukce mezi sklepem a vytápěným prostorem	7,79	0,35	0,05	0,4	0,625	1,95
					0		0,00
					0		0,00
					0		0,00
					0		0,00
Celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor $H_{T,iue} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$ (W/K)							1,95

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty						
Stavební konstrukce						
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$	
SN3	Vnitřní stěna tl. 150 mm do 24 °C	5,22	2,13	-0,13	-1,39	
DN	Dveře	1,47	2,00	-0,13	-0,37	
SN4	Vnitřní stěna tl. 100 mm do 15 °C	3,22	2,45	0,16	1,23	
DN	Dveře	2,10	0,00	0,16	0,00	
					0,00	
Celk. měrná tepelná ztráta z/do prostor s odl.tepl. $H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ (W/K)						-0,53

Tepelné ztráty zeminou								
Č.k.	Popis	A _k	U _{equiv,k}	A ^k ·U _{equiv,k}	f _{g1}	f _{g2}	G _w	f _{g1} · f _{g2} ·G _w
			0,22	0,00	1,45	0,00	1,00	0,00
			0,20	0,00				
			0,20	0,00				
Σk A ^k U _{equiv,k}				0,00				
Celková měrná tepelná ztráta zeminou H _{T,ig} =(Σ _k A _k ·U _{equiv,k})· f _{g1} · f _{g2} ·G _w (W/K)								0,00
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H _{T,i} = H _{T,ie} + H _{T,iue} + H _{T,ij} + H _{T,ig}								1,42
	θ _{int,i}	θ _e	θ _{int,i} -θ _e	H _{T,i}	Návrhová ztráta prostupem Φ _{T,i} (W)			
	20,00	-12,00	32,00	1,42	45			

Výpočet tepelných ztrát větráním pro místnost č.

Objem místnosti V_i (m³)	Výpočtová venkovní teplota θ_e	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$	Hygienické požadavky	
			n (h⁻¹)	$V_{min,i}$ (m³/h)
23,68	-12,00	20,00	0,50	11,84
Počet nechráněných otvorů	"50	Činitel zatloučení ϵ	Výškový korekční činitel	Množství vzduchu infiltrace $V_{inf,i}$ (m³/h)
0,00	4,50	0,00	0,00	0,00
Výpočet tepelné ztráty větráním				
$\max. z V_{min,i} \cdot V_{inf,i}$	$H_{v,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_e$	Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{v,i}$ (W)	
11,84	4,03	32,00	129	

Ozn. Místnosti	Název místnosti	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$ [°C]
103	Pokoj	20

Výpočet tepelné ztráty prostupem pro místnost č.

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
SO1	Obvodová konstrukce tl. 450 mm	7,416	0,21	0,02	0,23	1	1,71
OZ	Okno zdvojené plastové	2,16	1,2	0,02	1,22	1	2,64
					0		0,00
					0		0,00
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ (W/K)							4,34

Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	b_u	$A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$
STR1	Stropní konstrukce mezi sklepem a vytápěným prostorem	17,16	0,35	0,02	0,37	0,625	3,97
					0		0,00
					0		0,00
					0		0,00
					0		0,00
Celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor $H_{T,iue} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$ (W/K)							3,97

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$		
SN2	Vnitřní stěna tl. 450 mm do 15°C	1,82	1,18	0,16	0,34		
SN3	Vnitřní stěna tl. 150 mm do 15°C	16,57	2,13	0,16	5,51		
					0,00		
					0,00		
					0,00		
Celk. měrná tepelná ztráta z/do prostor s odl.tepl. $H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ (W/K)							5,84

Tepelné ztráty zeminou								
Č.k.	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	$A_k \cdot U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_w	$f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$
			0,22	0,00	1,45	0,00	1,00	0,00
			0,20	0,00				
			0,20	0,00				
$\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k}$				0,00				
Celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig} = (\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$ (W/K)								0,00
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,ig}$								14,15
	$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,i}$	Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ (W)			
	20,00	-12,00	32,00	14,15	453			

Výpočet tepelných ztrát větráním pro místnost č.

Objem místnosti V_i (m³)	Výpočtová venkovní teplota θ_e	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$	Hygienické požadavky	
			n (h⁻¹)	$V_{min,i}$ (m³/h)
52,17	-12,00	20,00	0,50	26,09
Počet nechráněných otvorů	n_{50}	Činitel zatloučení e	Výškový korekční činitel ε	Množství vzduchu infiltrace $V_{inf,i}$ (m³/h)
1,00	4,50	0,03	1,00	14,09
Výpočet tepelné ztráty větráním				
$\max. z V_{min,i} \cdot V_{inf,i}$	$H_{v,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_e$	Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{v,i}$ (W)	
26,09	8,87	32,00	284	

Ozn. Místnosti	Název místnosti	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$ [°C]
104	Obývací pokoj	20

Výpočet tepelné ztráty prostupem pro místnost č.

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
SO1	Obvodová konstrukce tl. 450mm	27,904	0,21	0,02	0,23	1	6,42
OZ	Okno zdvojené plastové	4,32	1,2	0,02	1,22	1	5,27
					0		0,00
					0		0,00
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ (W/K)							11,69

Tepelné ztráty nevytápěným prostorem

Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	b_u	$A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$
STR1	Stropní konstrukce mezi sklepem a nevytápěným prostorem	28,06	0,35	0,02	0,37	0,625	6,49
					0		0,00
					0		0,00
					0		0,00
					0		0,00
Celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor $H_{T,iue} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$ (W/K)							6,49

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty

Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$		
							0,00
							0,00
							0,00
							0,00
							0,00
Celk. měrná tepelná ztráta z/do prostor s odl.tepl. $H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ (W/K)							0,00

Tepelné ztráty zeminou

Č.k.	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	$A_k \cdot U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_w	$f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$
			0,22	0,00	1,45	0,00	1,00	0,00
			0,20	0,00				
			0,20	0,00				
$(\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k})$				0,00				
Celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig} = (\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$ (W/K)								0,00
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,ig}$								18,18
	$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,i}$	Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ (W)			
	20,00	-12,00	32,00	18,18	582			

Výpočet tepelných ztrát větráním pro místnost č.

Objem místnosti V_i (m³)	Výpočtová venkovní teplota θ_e	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$	Hygienické požadavky	
			n (h⁻¹)	$V_{min,i}$ (m³/h)
85,30	-12,00	20,00	0,50	42,65
Počet nechráněných otvorů	n50	Činitel zatloučení e	Výškový korekční činitel ε	Množství vzduchu infiltrace $V_{inf,i}$ (m³/h)
2,00	4,50	0,05	1,00	38,39
Výpočet tepelné ztráty větráním				
$\max. z V_{min,i} \cdot V_{inf,i}$	$H_{v,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_e$	Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{v,i}$ (W)	
42,65	14,50	32,00	464	

Ozn. Místnosti	Název místnosti	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$ [°C]
105	Kuchyně	20

Výpočet tepelné ztráty prostupem pro místnost č.

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
SO1	Obvodová konstrukce tl.450 mm	21,914	0,21	0,05	0,26	1	5,70
OZ	Okno	1,8	1,2	0,05	1,25	1	2,25
DV	Venkovní dveře	2,43	1,2	0,05	1,25	1	3,04
					0		0,00
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ (W/K)							10,99

Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	b_u	$A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$
STR1	Stropní konstrukce mezi sklepem a vytápěným prostorem	17,17	0,35	0,05	0,4	0,625	4,29
					0		0,00
					0		0,00
					0		0,00
					0		0,00
Celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor $H_{T,iue} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$ (W/K)							4,29

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$		
STR2	Stropní konstrukce v NP do 24 °C		3,33	0,45	-0,13	-0,19	
STN3	Vnitřní stěna tl. 150 mm do 24 °C		10,79	2,13	-0,13	-2,87	
						0,00	
						0,00	
						0,00	
Celk. měrná tepelná ztráta z/do prostor s odl.tepl. $H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ (W/K)							-3,06

Tepelné ztráty zeminou								
Č.k.	Popis	A _k	U _{equiv,k}	A _k ·U _{equiv,k}	f _{g1}	f _{g2}	G _w	f _{g1} · f _{g2} ·G _w
			0,22	0,00	1,45	0,00	1,00	0,00
			0,20	0,00				
			0,20	0,00				
Σ _k A _k ·U _{equiv,k}				0,00				
Celková měrná tepelná ztráta zeminou H _{T,ig} = (Σ _k A _k ·U _{equiv,k})· f _{g1} · f _{g2} ·G _w (W/K)								0,00
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H _{T,i} = H _{T,ie} + H _{T,iuc} + H _{T,ij} + H _{T,ig}								12,22
	θ _{int,i}	θ _e	θ _{int,i} - θ _e	H _{T,i}	Návrhová ztráta prostupem Φ _{T,i} (W)			
	20,00	-12,00	32,00	12,22	391			

Výpočet tepelných ztrát větráním pro místnost č.

Objem místnosti V_i (m³)	Výpočtová venkovní teplota θ_e	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$	Hygienické požadavky	
			n (h⁻¹)	$V_{min,i}$ (m³/h)
52,20	-12,00	20,00	0,50	26,10
Počet nechráněných otvorů	n_{50}	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ε	Množství vzduchu infiltrace $V_{inf,i}$ (m³/h)
2,00	4,50	0,05	1,00	23,49
Výpočet tepelné ztráty větráním				
$\max. z V_{min,i} \cdot V_{inf,i}$	$H_{v,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_e$	Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{v,i}$ (W)	
26,10	8,87	32,00	284	

Ozn. Místnosti	Název místnosti	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$ [°C]
106	Koupelna	24

Výpočet tepelné ztráty prostupem pro místnost č.

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
SO1	Obvodová konstrukce tl. 450 mm	3,755	0,21	0,05	0,26	1	0,98
OZ	Okno zdvojené plastové	0,805	1,2	0,05	1,25	1	1,01
							0,00
					0		0,00
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,de} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ (W/K)							1,98

Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	b_u	$A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$
STR1	Stropní konstrukce mezi sklepem a vytápěným prostorem	6,41	0,35	0,05	0,4	0,667	1,71
					0		0,00
					0		0,00
					0		0,00
					0		0,00
Celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor $H_{T,ue} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$ (W/K)							1,71

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty						
Stavební konstrukce						
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$	
STR2	Stropní konstrukce v NP do 20 °C	3,54	0,45	0,11	0,18	
STR2	Stropní konstrukce v NP do 15 °C	2,06	0,45	0,25	0,23	
DN	Dveře vnitřní do 20 °C	1,47	2,00	0,11	0,33	
SN3	Vnitřní stěna tl. 150 mm do 20 °C	16,01	2,13	0,11	3,79	
SN4	Vnitřní stěna tl. 100 mm do 20 °C	12,92	2,45	0,11	3,51	
Celk. měrná tepelná ztráta z/do prostorů s odl.tepl. $H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ (W/K)						8,03

Tepelné ztráty zeminou								
Č.k.	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	$A_k \cdot U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_w	$f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$
			0,22	0,00	1,45	0,00	1,00	0,00
			0,20	0,00				
			0,20	0,00				
$\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k}$				0,00				
Celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig} = (\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$ (W/K)								0,00
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i} = H_{T,de} + H_{T,ue} + H_{T,ij} + H_{T,ig}$								11,73
	$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,i}$	Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ (W)			
	24,00	-12,00	36,00	11,73	422			

Výpočet tepelných ztrát větráním pro místnost č.

Objem místnosti V_i (m³)	Výpočtová venkovní teplota θ_e	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$	Hygienické požadavky	
			n (h⁻¹)	$V_{min,i}$ (m³/h)
19,49	-12,00	20,00	0,50	9,75
Počet nechráněných otvorů	n50	Činitel zatloučení e	Výškový korekční činitel ε	Množství vzduchu infiltrace $V_{inf,i}$ (m³/h)
1,00	4,50	0,03	1,00	5,26
Výpočet tepelné ztráty větráním				
$\max. z V_{min,i} \cdot V_{inf,i}$	$H_{v,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_e$	Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{v,i}$ (W)	
9,75	3,31	36,00	119	

Ozn. Místnosti	Název místnosti	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$ [°C]
107	Ložnice	20

Výpočet tepelné ztráty prostupem pro místnost č.

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
SO1	Obvodová konstrukce tl. 450 mm	5,536	0,21	0,05	0,26	1	1,44
OZ	Okno zdvojené plastové	2,52	1,2	0,05	1,25	1	3,15
							0,00
					0		0,00
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ (W/K)							4,59

Tepelné ztráty nevytápěným prostorem

Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	b_u	$A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$
STR1	Stropní konstrukce mezi sklepem a vytápěným prostorem	8,02	0,35	0,05	0,4	0,625	2,01
					0		0,00
					0		0,00
					0		0,00
					0		0,00
Celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor $H_{T,iue} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$ (W/K)							2,01

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty

Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$		
SN2	Vnitřní stěna tl. 300 mm do 15 °C	9,58	1,52	0,16	2,27		
SN4	Vnitřní stěna tl. 100 mm do 24 °C	12,92	2,45	-0,13	-3,96		
Celk. měrná tepelná ztráta z/do prostor s odl.tepl. $H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ (W/K)							-1,69

Tepelné ztráty zeminou

Č.k.	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	$A_k \cdot U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_w	$f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$
			0,22	0,00	1,45	0,00	1,00	0,00
			0,20	0,00				
			0,20	0,00				
$\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k}$				0,00				
Celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig} = (\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$ (W/K)								0,00
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,ig}$								4,91
	$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,i}$	Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ (W)			
	20,00	-12,00	32,00	4,91	157			

Výpočet tepelných ztrát větráním pro místnost č.

Objem místnosti V_i (m³)	Výpočtová venkovní teplota θ_e	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$	Hygienické požadavky	
			n (h⁻¹)	$V_{min,i}$ (m³/h)
24,38	-12,00	20,00	0,50	12,19
Počet nechráněných otvorů	n_{50}	Činitel zatloučení e	Výškový korekční činitel ε	Množství vzduchu infiltrace $V_{inf,i}$ (m³/h)
1,00	4,50	0,03	1,00	6,58
Výpočet tepelné ztráty větráním				
$\max. z V_{min,i} \cdot V_{inf,i}$	$H_{v,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_e$	Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{v,i}$ (W)	
12,19	4,14	32,00	133	

Ozn. Místnosti	Název místnosti	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$ [°C]
202	Chodba	20

Výpočet tepelné ztráty prostupem pro místnost č.

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
					0	1	0
					0	1	0
					0	1	0
					0		0
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ (W/K)							0

Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	b_u	$A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$
STR3	Dřevěná stropní konstrukce mezi vytápěným prostorem a půdou	10,07	0,18	0,05	0,23	0,719	1,67
					0		0,00
					0		0,00
					0		0,00
					0		0,00
Celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor $H_{T,iue} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$ (W/K)							1,67

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$		
SN4	Vnitřní stěna tl. 100 do 15 °C	2,57	2,45	0,16	0,98		
DN	Dveře vnitřní do 15 °C	2,10	2,00	0,16	0,66		
SN3	Vnitřní stěna tl. 150 do 24 °C	3,20	2,13	-0,13	-0,85		
DN	Dveře vnitřní do 24 °C	1,47	2,00	-0,13	-0,37		
					0,00		
Celk. měrná tepelná ztráta z/do prostor s odl.tepl. $H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ (W/K)							0,42

Tepelné ztráty zeminou								
Č.k.	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	$A_k \cdot U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_w	$f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$
			0,22	0,00	1,45	0,00	1,00	0,00
			0,20	0,00				
			0,20	0,00				
$\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k}$				0,00				
Celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig} = (\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$ (W/K)								0,00
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,ig}$								2,08
	$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,i}$	Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ (W)			
	20,00	-12,00	32,00	2,08	67			

Výpočet tepelných ztrát větráním pro místnost č.

Objem místnosti V_i (m³)	Výpočtová venkovní teplota θ_e	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$	Hygienické požadavky	
			n (h⁻¹)	$V_{min,i}$ (m³/h)
26,89	-12,00	20,00	0,50	13,44
Počet nechráněných otvorů	n_{50}	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ε	Množství vzduchu infiltrace $V_{inf,i}$ (m³/h)
0,00	4,50	0,00	1,00	0,00
Výpočet tepelné ztráty větráním				
$\max. z V_{min,i} \cdot V_{inf,i}$	$H_{v,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_e$	Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,i}$ (W)	
13,44	4,57	32,00	146	

Ozn. Místnosti	Název místnosti	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$ [°C]
203	Pokoj	20

Výpočet tepelné ztráty prostupem pro místnost č.

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
SO1	Obvodová konstrukce tl. 450 mm	9,87	0,21	0,05	0,26	1	2,57
OZ	Okno zdvojené plastové	4,68	1,2	0,05	1,25	1	5,85
							0,00
					0		0,00
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ (W/K)							8,42

Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	b_u	$A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$
STR3	Dřevěná stropní konstrukce mezi vytápěným prostorem a půdou	26,44	0,18	0,05	0,23	0,719	4,37
					0		0,00
					0		0,00
					0		0,00
					0		0,00
Celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor $H_{T,iue} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$ (W/K)							4,37

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$		
SN1	Vnitřní stěna tl. 450 mm (včetně stěny mezi sousedními budovami) do 15 °C	23,25	1,18	0,16	4,28		
STR2	Stropní konstrukce v NP do 15 °C	8,46	0,45	0,16	0,59		
				0,16	0,00		
					0,00		
					0,00		
Celk. měrná tepelná ztráta z/do prostor s odl.tepl. $H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ (W/K)							4,87

Tepelné ztráty zeminou								
Č.k.	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	$A_k \cdot U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_w	$\frac{f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w}{f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w}$
			0,22	0,00	1,45	0,00	1,00	0,00
			0,20	0,00				
			0,20	0,00				
$\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k}$				0,00				
Celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig} = (\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$ (W/K)								0,00
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,ig}$								17,66
	$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,i}$	Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ (W)			
	20,00	-12,00	32,00	17,66	565			

Výpočet tepelných ztrát větráním pro místnost č.

Objem místnosti V_i (m³)	Výpočtová venkovní teplota θ_e	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$	Hygienické požadavky	
			n (h⁻¹)	$V_{min,i}$ (m³/h)
79,32	-12,00	20,00	0,50	39,66
Počet nechráněných otvorů	n50	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ε	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$ (m³/h)
2,00	4,50	0,05	1,00	35,69
Výpočet tepelné ztráty větráním				
$\max. z V_{min,i} \cdot V_{inf,i}$	$H_{v,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_e$	Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{v,i}$ (W)	
39,66	13,48	32,00	432	

Ozn. Místnosti	Název místnosti	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$ [°C]
204	Obývací pokoj	20

Výpočet tepelné ztráty prostupem pro místnost č.

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
SO1	Obvodová konstrukce tl. 450 mm	27,12	0,21	0,05	0,26	1	7,05
OZ1	Okno zdvojené plastové	4,68	1,2	0,05	1,25	1	5,85
					0		0,00
					0		0,00
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ (W/K)							12,90

Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	b_u	$A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$
STR3	Dřevěná stropní konstrukce mezi vytápěným prostorem a půdou	28,07	0,18	0,05	0,23	0,719	4,64
					0		0,00
					0		0,00
					0		0,00
					0		0,00
Celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor $H_{T,iue} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$ (W/K)							4,64

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty						
Stavební konstrukce						
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$	
SN1	Vnitřní stěna tl. 450 mm	5,55	1,18	-0,13	-0,82	
					0,00	
					0,00	
					0,00	
					0,00	
Celk. měrná tepelná ztráta z/do prostor s odl.tepl. $H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ (W/K)						-0,82

Tepelné ztráty zeminou							
Č.k.	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	$A_k \cdot U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_w
			0,22	0,00	1,45	0,00	1,00
			0,20	0,00			
			0,20	0,00			
$(\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k})$				0,00			
Celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig} = (\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$ (W/K)							0,00
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,ig}$							16,72
	$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,i}$	Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ (W)		
	20,00	-12,00	32,00	16,72	535		

Výpočet tepelných ztrát větráním pro místnost č.

Objem místnosti V_i (m³)	Výpočtová venkovní teplota θ_e	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$	Hygienické požadavky	
			n (h⁻¹)	$V_{min,i}$ (m³/h)
84,21	-12,00	20,00	0,50	42,11
Počet nechráněných otvorů	n_{50}	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ε	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$ (m³/h)
2,00	4,50	0,05	1,00	37,89
Výpočet tepelné ztráty větráním				
$max. z V_{min,i} \cdot V_{inf,i}$	$H_{V,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_e$	Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,i}$ (W)	
42,11	14,32	32,00	458	

Ozn. Místnosti	Název místnosti	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$ [°C]
205	Koupelna	24

Výpočet tepelné ztráty prostupem pro místnost č.

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
SO1	Obvodová konstrukce tl. 450 mm	2,403	0,21	0,05	0,26	1	0,62
SO2	Obvodová konstrukce tl. 300 mm	1,97	0,22	0,05	0,27	1	0,53
OZ	Okno zdvojené plastové	0,3	1,2	0,05	1,25	1	0,38
					0		0,00
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ (W/K)							1,53

Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	b_u	$A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$
STR3	Dřevěná stropní konstrukce mezi vytápěným prostorem a půdou	3,37	0,18	0,05	0,23	0,75	0,58
					0		0,00
					0		0,00
					0		0,00
					0		0,00
Celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor $H_{T,iue} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$ (W/K)							0,58

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty						
Stavební konstrukce						
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$	
SN1	Vnitřní stěna tl. 450 mm do 20 °C	4,94	1,18	0,11	0,65	
SN3	Vnitřní stěna tl. 150 mm do 20 °C	8,54	2,13	0,11	2,02	
DN	Vnitřní dveře do 20 °C	1,47	2,00	0,11	0,33	
STR2	Stropní konstrukce v NP do 20 °C	3,37	0,45	0,11	0,17	
					0,00	
Celk. měrná tepelná ztráta z/do prostor s odl.tepl. $H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ (W/K)						3,16

Tepelné ztráty zeminou								
Č.k.	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	$A_k \cdot U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_w	$f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$
			0,22	0,00	1,45	0,00	1,00	0,00
			0,20	0,00				
			0,20	0,00				
$(\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k})$				0,00				
Celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig} = (\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$ (W/K)								0,00
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,ig}$								5,27
	$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,i}$	Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ (W)			
	24,00	-12,00	36,00	5,27	190			

Výpočet tepelných ztrát větráním pro místnost č.

Objem místnosti V_i (m³)	Výpočtová venkovní teplota θ_e	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$	Hygienické požadavky	
			n (h⁻¹)	$V_{min,i}$ (m³/h)
9,00	-12,00	24,00	0,50	4,50
Počet nechráněných otvorů	n50	Činitel zatloučení ϵ	Výškový korekční činitel	Množství vzduchu infiltrace $V_{inf,i}$ (m³/h)
1,00	4,50	0,03	1,00	2,43
Výpočet tepelné ztráty větráním				
$\max. z V_{min,i} \cdot V_{inf,i}$	$H_{v,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_e$	Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{v,i}$ (W)	
4,50	1,53	36,00	55	

Ozn. Místnosti	Název místnosti	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$ [°C]
206	Kuchyně	20

Výpočet tepelné ztráty prostupem pro místnost č.

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
SO1	Obvodová konstrukce tl. 450 mm	7,418	0,21	0,05	0,26	1	1,93
OZ	Okno	1,26	1,2	0,05	1,25	1	1,58
SO2	Obvodová konstrukce tl. 300 mm	8,678	0,22	0,05	0,27	1	2,34
					0		0,00
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ (W/K)							5,85

Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	b_u	$A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$
STR3	Dřevěná stropní konstrukce mezi vytápěným prostorem a půdou	11,16	0,18	0,05	0,23	0,719	1,85
					0		0,00
					0		0,00
					0		0,00
					0		0,00
Celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor $H_{T,iue} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$ (W/K)							1,85

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$		
SN3	Vnitřní stěna tl. 150 mm do 24 °C	5,34	2,13	-0,13	-1,42		
SN3	Vnitřní stěna tl. 150 mm do 15 °C	3,47	2,13	0,16	1,15		
DN	Dveře vnitřní do 15 °C	1,47	2,00	0,16	0,46		
					0,00		
					0,00		
Celk. měrná tepelná ztráta z/do prostor s odl.tepl. $H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ (W/K)							0,19

Tepelné ztráty zeminou								
Č.k.	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	$A_k \cdot U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_w	$f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$
			0,22	0,00	1,45	0,00	1,00	0,00
			0,20	0,00				
			0,20	0,00				
$\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k}$				0,00				
Celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig} = (\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$ (W/K)								0,00
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,ig}$								7,88
	$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,i}$	Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ (W)			
	20,00	-12,00	32,00	7,88	252			

Výpočet tepelných ztrát větráním pro místnost č.

Objem místnosti V_i (m³)	Výpočtová venkovní teplota θ_e	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$	Hygienické požadavky	
			n (h⁻¹)	$V_{min,i}$ (m³/h)
29,80	-12,00	20,00	0,50	14,90
Počet nechráněných otvorů	n_{50}	Činitel zatloučení e	Výškový korekční činitel ε	Množství vzduchu infiltrace $V_{inf,i}$ (m³/h)
1,00	4,50	0,03	1,00	8,05
Výpočet tepelné ztráty větráním				
$\max. z V_{min,i} \cdot V_{inf,i}$	$H_{v,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_e$	Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{v,i}$ (W)	
14,90	5,07	32,00	162	

Ozn. Místnosti	Název místnosti	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$ [°C]
207	Spíž	15

Výpočet tepelné ztráty prostupem pro místnost č.

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
SO1	Obvodová konstrukce tl. 450 mm	3,204	0,21	0,05	0,26	1	0,83
					0	1	0,00
					0	1	0,00
					0		0,00
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ (W/K)							0,83

Tepelné ztráty nevytápěným prostorem

Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	b_u	$A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$
STR3	Dřevěná stropní konstrukce mezi vytápěným prostorem a půdou	2,22	0,18	0,05	0,23	0,667	0,34
					0		0,00
					0		0,00
					0		0,00
					0		0,00
Celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor $H_{T,iue} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$ (W/K)							0,34

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty

Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$		
SN3	Vnitřní stěna tl. 150 mm	11,61	2,13	-0,19	-4,58		
DN	Dveře vnitřní	1,47	2,00	-0,19	-0,54		
STR2	Stropní konstrukce v NP do 24 °C	2,22	0,45	-0,33	-0,33		
					0,00		
					0,00		
Celk. měrná tepelná ztráta z/do prostor s odl.tepl. $H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ (W/K)							-5,45

Tepelné ztráty zeminou

Č.k.	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	$A_k \cdot U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_w	$f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$
			0,22	0,00	1,45	0,00	1,00	0,00
			0,20	0,00				
			0,20	0,00				
$\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k}$				0,00				
Celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig} = (\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$ (W/K)								0,00
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,ig}$								-4,28
	$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,i}$	Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ (W)			
	15,00	-12,00	27,00	-4,28	-116			

Výpočet tepelných ztrát větráním pro místnost č.

Objem místnosti V_i (m³)	Výpočtová venkovní teplota θ_e	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$	Hygienické požadavky	
			n (h⁻¹)	$V_{min,i}$ (m³/h)
5,93	-12,00	15,00	0,50	2,96
Počet nechráněných otvorů	n50	Činitel zatloučení ϵ	Výškový korekční činitel	Množství vzduchu infiltrace $V_{inf,i}$ (m³/h)
0,00	4,50	0,00	1,00	0,00
Výpočet tepelné ztráty větráním				
$\max. z V_{min,i} \cdot V_{inf,i}$	$H_{v,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_e$	Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{v,i}$ (W)	
2,96	1,01	27,00	27	

Ozn. Místnosti	Název místnosti	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$ [°C]
208	WC	20

Výpočet tepelné ztráty prostupem pro místnost č.

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
					0	1	0
					0	1	0
					0	1	0
					0		0
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ (W/K)							0

Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	b_u	$A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$
STR3	Dřevěná stropní konstrukce mezi vytápěným prostorem a půdou	1,52	0,18	0,05	0,23	0,719	0,25
					0		0,00
					0		0,00
					0		0,00
					0		0,00
Celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor $H_{T,iue} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$ (W/K)							0,25

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$		
SN3	Vnitřní stěna tl. 150 mm do 15 °C	2,67	2,13	0,16	0,89		
STR2	Stropní konstrukce v NP	1,52	0,45	-0,13	-0,09		
Celk. měrná tepelná ztráta z/do prostor s odl.tepl. $H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ (W/K)							0,80

Tepelné ztráty zeminou							
Č.k.	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	$A_k \cdot U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_w
			0,22	0,00	1,45	0,00	1,00
			0,20	0,00			
			0,20	0,00			
$(\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$ (W/K)				0,00			0,00
Celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig} = (\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$ (W/K)							0,00
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,ig}$							1,05
	$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,i}$	Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ (W)		
	20,00	-12,00	32,00	1,05	34		

Výpočet tepelných ztrát větráním pro místnost č.

Objem místnosti V_i (m³)	Výpočtová venkovní teplota θ_e	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$	Hygienické požadavky	
			n (h⁻¹)	$V_{min,i}$ (m³/h)
4,06	-12,00	20,00	0,50	2,03
Počet nechráněných otvorů	"50	Činitel zatloučení ϵ	Výškový korekční činitel	Množství vzduchu infiltrace $V_{inf,i}$ (m³/h)
0,00	4,50	0,00	1,00	0,00
Výpočet tepelné ztráty větráním				
$\max. z V_{min,i} \cdot V_{inf,i}$	$H_{v,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_e$	Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{v,i}$ (W)	
2,03	0,69	32,00	22	

Ozn. Místnosti	Název místnosti	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$ [°C]
209	Ložnice	20

Výpočet tepelné ztráty prostupem pro místnost č.

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
SO1	Obvodová konstrukce tl. 450 mm	7,877	0,21	0,05	0,26	1	2,05
					0	1	0,00
					0	1	0,00
					0		0,00
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ (W/K)							2,05

Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	b_u	$A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$
STR3	Dřevěná stropní konstrukce mezi vytápěným prostorem a půdou	10,38	0,18	0,05	0,23	0,719	1,72
					0		0,00
					0		0,00
					0		0,00
					0		0,00
Celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor $H_{T,iue} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$ (W/K)							1,72

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$		
SN2	Vnitřní stěna tl. 150 mm do 15 °C	5,87	2,13	0,16	1,95		
STR2	Stropní konstrukce v NP do 24 °C	2,13	0,45	-0,13	-0,12		
SN1	Vnitřní stěna tl. 450 mm do 15 °C	8,41	1,18	0,16	1,55		
Celk. měrná tepelná ztráta z/do prostor s odl.tepl. $H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ (W/K)							

Tepelné ztráty zeminou								
Č.k.	Popis	A _k	U _{equiv,k}	A _k ·U _{equiv,k}	f _{g1}	f _{g2}	G _w	f _{g1} · f _{g2} ·G _w
			0,22	0,00	1,45	0,00	1,00	0,00
			0,20	0,00				
			0,20	0,00				
Σ _k A _k ·U _{equiv,k}				0,00				
Celková měrná tepelná ztráta zeminou H _{T,ig} =(Σ _k A _k ·U _{equiv,k})· f _{g1} · f _{g2} ·G _w (W/K)								0,00
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H _{T,i} = H _{T,je} + H _{T,iuc} + H _{T,ij} + H _{T,ig}								7,14
	θ _{int,i}	θ _c	θ _{int,i} - θ _e	H _{T,i}	Návrhová ztráta prostupem Φ _{T,i} (W)			
	20,00	-12,00	32,00	7,14	229			

Výpočet tepelných ztrát větráním pro místnost č.

Objem místnosti V_i (m³)	Výpočtová venkovní teplota θ_e	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$	Hygienické požadavky	
			n (h⁻¹)	$V_{min,i}$ (m³/h)
27,72	-12,00	20,00	0,50	13,86
Počet nechráněných otvorů	n50	Činitel zatloučení e	Výškový korekční činitel ε	Množství vzduchu infiltrace $V_{inf,i}$ (m³/h)
0,00	4,50	0,00	1,00	0,00
Výpočet tepelné ztráty větráním				
$\max. z V_{min,i} \cdot V_{inf,i}$	$H_{v,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_e$	Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{v,i}$ (W)	
13,86	4,71	32,00	151	

Místnost	Tepelný výkon pro tepelné ztráty prostupem $\Phi_{T,i}$ (W)	Tepelný výkon pro tepelné ztráty větráním $\Phi_{V,i}$ (W)	Celkový tepelný výkon $\Phi_{HL,i}$ (W)
S01,101,201	-38	151	112
102	45	129	174
103	453	284	737
104	582	464	1046
105	391	284	675
106	422	119	541
107	157	133	290
202	67	146	213
203	565	432	997
204	535	458	993
205	190	55	245
206	252	162	414
207	-116	27	-88
208	34	22	56
209	229	151	379
Σ			6784

Celková ztráta objektu je 6,78 kW.

2.3 Energetický štítek obálky

PROTOKOL K ENERGETICKÉMU ŠTÍTKU OBÁLKY BUDOVY

(zpracovaný podle ČSN 73 0540-2/2011)

Identifikační údaje

Druh stavby Adresa (místo, ulice, číslo, PSČ) Katastrální území a katastrální číslo Provozovatel, popř. budoucí provozovatel	Rodinný dům Brno
Vlastník nebo společenství vlastníků, popř. stavebník Adresa (místo, ulice, číslo, PSČ) Telefon / E-mail	

Charakteristika budovy

Objem budovy V - vnější objem vytápěné zóny budovy, nezahrnuje lodžie, římsy, atiky a základy	1018,4 m ³
Celková plocha A - součet vnějších ploch ochlazovaných konstrukcí ohraničujících objem budovy	650,8 m ²
Geometrická charakteristika budovy A / V	0,64 m ² /m ³
Převažující vnitřní teplota v otopném období θ_{in} Vnější návrhová teplota v zimním období θ_{e}	20 °C -12 °C

Měrná tepelná ztráta a průměrná součinitel prostupu tepla

	Referenční budova (stanovení požadavku)				Hodnocená budova			
Konstrukce	Plocha	Součinitel prostupu tepla	Redukční činitel	Měrná ztráta prostupem tepla	Plocha	Součinitel prostupu tepla	Redukční činitel	Měrná ztráta prostupem tepla
	A	U	b	H _T	A	U	b	H _T
		(požadovaná hodnota podle ČSN 73 0540-2/2011)						
	[m²]	[W/(m².K)]	[-]	[W/K]	[m²]	[W/(m².K)]	[-]	[W/K]
SO1	207,96	0,30	1,000	62,40	207,96	0,21	1,000	43,67
SO1	3,55	0,30	0,719	0,77	3,55	0,21	0,719	0,54
SO2	15,60	0,30	1,000	4,68	15,60	0,22	1,000	3,43
OZ	23,63	1,50	1,000	35,45	23,63	1,2	1,000	28,36
DV	4,43	1,70	1,000	7,53	4,43	1,2	1,000	5,32
DS	2,10	3,50	0,625	7,35	2,10	2,00	0,625	2,63
SN1	102,89	2,70	0,156	43,34	102,89	1,18	0,156	18,94
SN3	9,274	2,70	0,625	15,65	9,27	0,34	0,625	1,97
PDL	4,08	0,45	0,469	0,86	4,08	0,3	0,469	0,57
STR1	134,13	0,60	0,625	50,30	134,13	0,35	0,625	29,34
STR3	140,91	0,60	0,719	60,79	140,91	0,27	0,719	18,24
ŽB kce	2,22	0,60	0,625	0,83	2,22	0,34	0,625	0,47
Zbývající část plochy výplně otvorů započtena jako obvodová stěna					-	-	-	-
Celkem	650,8			289,95	650,8			153,48
Tepelné vazby		650,8*0,02		13,02	650,8*0,05		32,54	
Celková měrná ztráta prostupem tepla				302,97			186,02	
Průměrný součinitel prostupu tepla podle 5.3.4 a tabulky 5		max. U _{em} pro A/V		požadovaná hodnota:			0,29	
				0,4				
		75% z požadované hodnoty =		doporučená hodnota:				
				0,3				
Klasifikační třída obálky budovy podle přílohy C				0,73		Třída B		

Stanovení prostupu tepla obálkou budovy

Měrná ztráta prostupem tepla H_T	W/K	186,02
Průměrný součinitel prostupu tepla $U_{em} = H_T / A$	W/(m ² ·K)	0,29
Doporučený součinitel prostupu tepla $U_{em, N rc}$	W/(m ² ·K)	0,3
Požadovaný součinitel prostupu tepla $U_{em, N rq}$	W/(m ² ·K)	0,4

Klasifikační třídy prostupu tepla obálkou hodnocené budovy

Hranice klasifikačních tříd	Klasifikační ukazatel CI pro hranice klasifikačních tříd	U_{em} [W/(m ² ·K)] pro hranice klasifikačních tříd	
		Obecně	Pro hodnocenou budovu
A	0,50	0,5. $U_{em,N}$	0,2
B	0,75	0,75. $U_{em,N}$	0,3
C	1,0	1. $U_{em,N}$	0,4
D	1,5	1.5. $U_{em,N}$	0,6
E	2,0	2. $U_{em,N}$	0,8
F	2,5	2,5. $U_{em,N}$	1
G	> 2,5	> 2,5. $U_{em,N}$	> 1

Klasifikace:


Datum vystavení energetického štítku obálky budovy: 15. 3. 2018

Zpracovatel energetického štítku obálky budovy: Martin Švanda

Zpracoval: Martin Švanda

Tento protokol a energetický štítek obálky budovy odpovídá směrnici evropského parlamentu a rady č. 2002/91/ES a prEN 15217. Byl vypracován v souladu s ČSN 73 0540-2/2011 a podle projektové dokumentace stavby dodané objednatelem.

Energetický štítek budovy

ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY						
Rodinný dům Brno				Hodnocení obálky budovy		
				stávající	doporučení	
CI	Velmi úsporná					
0,5	A					
0,75	B					
1,0	C					
1,5	D					
2,0	E					
2,5	F					
	G					
Mimořádně nehospodárná						
klasifikace				B		
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy U_{em} ve $W/(m^2.K)$ $U_{em} = H_T/A$				0,29	-	
Požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla obálky budovy podle ČSN 730540-2 $U_{em,N}$ ve $W/(m^2.K)$				0,4	-	
Klasifikační ukazatele CI a jím odpovídající hodnoty U_{em}						
CI	0,50	0,75	1,00	1,50	2,0	2,50
U_{em}	0,2	0,3	0,4	0,6	0,8	1
Platnost štítku do 15. 3. 2028				Datum 15. 3. 2018		
Štítek vypracoval : Martin Švanda						

2.4 Návrh otopných ploch

Číslo místnosti	Účel místnosti	θ_i [°C]	Tepelná ztráta místnosti $Q_{HL,i}$ (W)	Typ otopného tělesa	Výkon otopného tělesa	z_1	z_2	z_3	φ	Skutečný výkon tělesa $Q_{t,skut}$
103	Pokoj	20	736,60	VK 22 - 1200/600	788	1	1	1	1	788
104	Obývací pokoj	20	1045,70	VK 11 - 1200/700	543	1	1	1	1	543
104	Obývací pokoj	20	1045,70	VK 11 - 1200/700	543	1	1	1	1	543
105	Kuchyně	20	674,91	VK 33 - 1000/400	690	1	1	1	1	690
106	Koupelna	24	541,43	VK 11 - 700/400	189	1	1	1	1	189
106	Koupelna	24	541,43	KRCM 745/1495	401	1	1	0,9	1	360,9
107	Ložnice	20	289,69	VK 10 - 1400/600	340	1	1	1	1	340
203	Pokoj	20	996,69	VK 11 1200/500	527	1	1	1	1	527
203	Pokoj	20	996,69	VK 11 1200/500	527	1	1	1	1	527
204	Obývací pokoj	20	993,28	VK 11 1200/500	527	1	1	1	1	527
204	Obývací pokoj	20	993,28	VK 11 1200/500	527	1	1	1	1	527
205	Koupelna	24	244,97	KRCM 595/1495	322	1	1	0,9	1	289,8
206	Kuchyně	20	414,33	VK 11 - 1200/600	478	1	1	1	1	478
209	Ložnice	20	379,40	VK 11 - 1200/500	409	1	1	1	1	409

2.5 Návrh zdroje tepla

2.5.1 Potřebný výkon zdroje

$$Q_V = Q_{ZT} + Q_{TV}$$

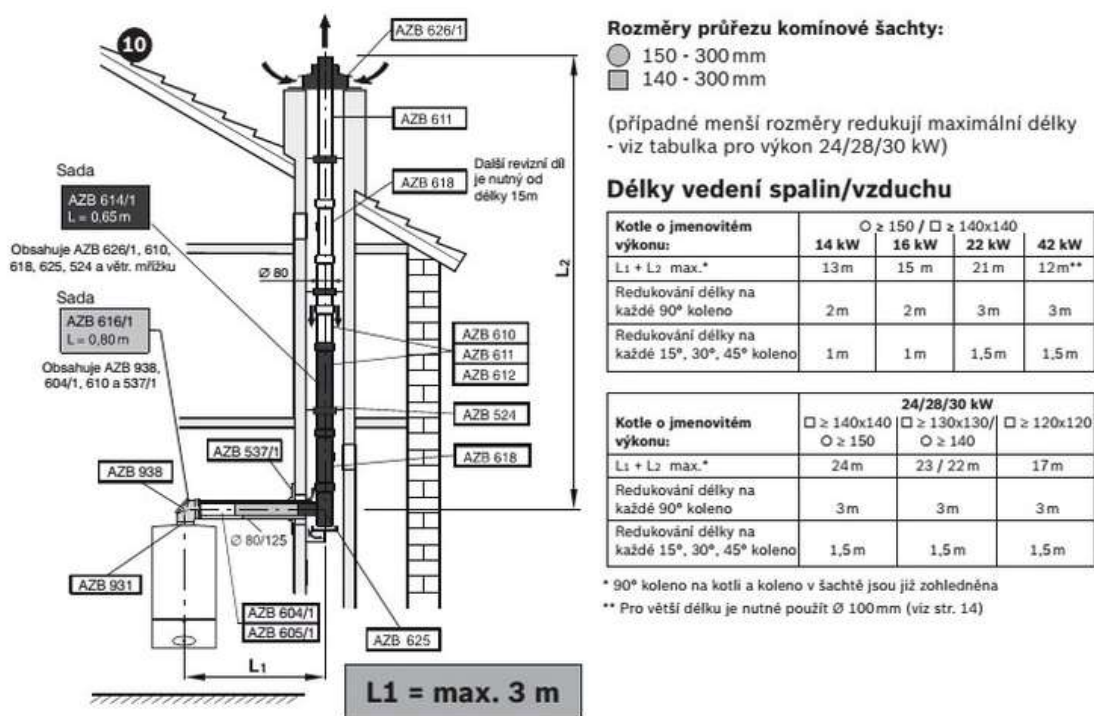
$$Q_V = 6,78 + 0,68 = 7,46 \text{ kW}$$

Zdroj tepla: plynový kotel kondenzační kotel ZSBR 16-3 E Cerapur Comfort

Výkon: 3,7 – 15,9 kW

2.5.2 Řešení spalinových cest

Spalinové cesty budou vedeny potrubím odolným proti kondenzátu o průměru 80 mm stávajícím komínem jehož šachta má průměr 200 mm. Odkouření není závislé na přívodu vzduchu z místnosti, proto nasávání spalovacího vzduchu je řešeno z vyústění kruhovou štěrbinou mezi spalinovým potrubím a šachtou. Celková délka potrubí je 12,9 m, což je vyhovující dle požadavků výrobce.



Obr. č. 17 - Řešení spalinových cest [19]

2.6 Návrh přípravy teplé vody

2.6.1 Zásobníkový ohřev teplé vody

Návrh proveden dle tabulkových hodnot pro dimenzování z normy TNI 73 0302, která slouží pro hodnocení solárních tepelných soustav. U solárních soustav nelze počítat s hodnotami z ČSN 06 0320, protože hodnoty pro potřebu teplé vody jsou velmi vysoké a solární systém by byl předimenzovaný. Tudíž by mohlo docházet ke stagnaci systému.

Zásobníkový ohřev je navržen pro 6 osob. Uvažuje se s teplotou studené vody 10 °C a teplé vody před výtokovou armaturou 55 °C.

Denní potřeba TV

$$V_{2p} = 6 \cdot 0,04 = 0,24 \text{ m}^3$$

Teplo odebrané

$$Q_T = 1,163 \cdot V_{2p} \cdot (\theta_{TV} - \theta_{SV}) = 1,163 \cdot 0,24 \cdot (55 - 10) = 12,56 \text{ kWh}$$

Teplo ztracené

$$Q_Z = Q_T \cdot z = 12,56 \cdot 0,3 = 3,77 \text{ kWh}$$

Potřeba tepla celkem

$$Q = Q_T + Q_Z = 12,56 + 0,28 = 12,84 \text{ kWh}$$

Rozložení potřeby TV v čase		
6:00 – 10:00	25%	3,14 kWh
10:00 – 14:00	10%	1,26 kWh
14:00 – 18:00	25%	3,14 kWh
18:00 – 24:00	40%	5,02 kWh

Velikost zásobníku

$$V_Z = \frac{\Delta Q_{MAX}}{c \cdot \Delta \theta} = \frac{3,14}{1,163 \cdot (55-10)} = 0,06 \text{ m}^3$$

Jmenovitý tepelný výkon

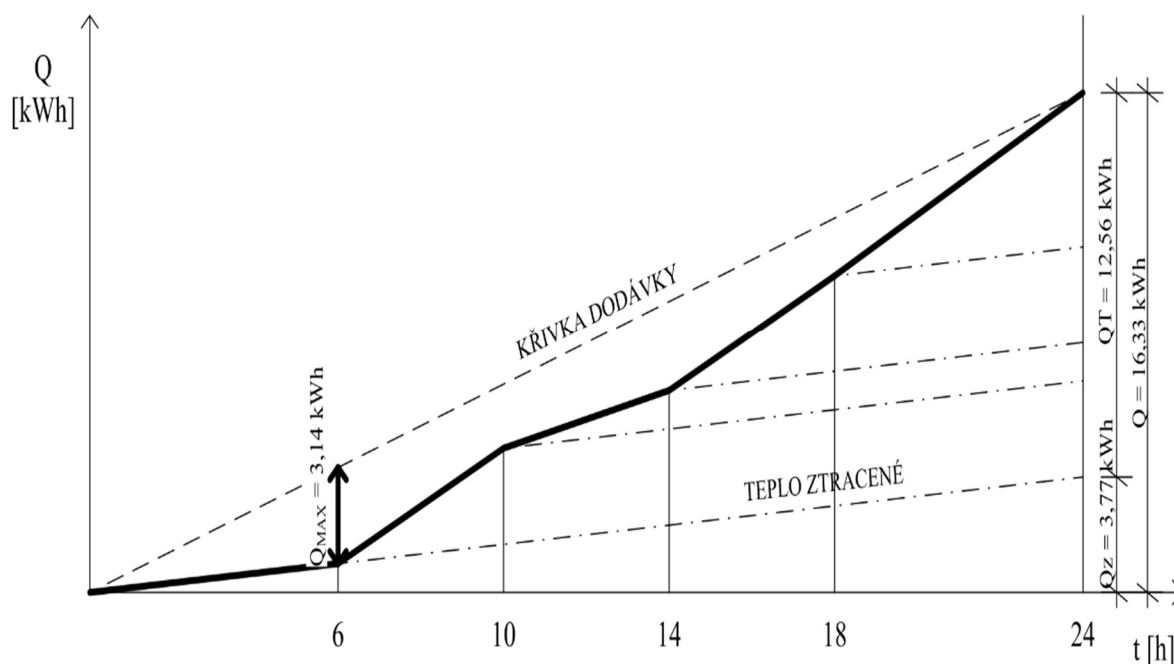
$$Q_{IN} = \left(\frac{Q}{t} \right) = \left(\frac{16,33}{24} \right) = 0,68 \text{ W}$$

Potřebná teplosměnná plocha

$$\Delta t = \frac{(T_1 - t_2) - (T_2 - t_1)}{\ln \frac{(T_1 - t_2)}{(T_2 - t_1)}} = \frac{(80-55) - (55-10)}{\ln \frac{(80-55)}{(55-10)}} = 34 \text{ °C}$$

$$A_t = \frac{Q_{IN} \cdot 10^3}{(U \cdot \Delta t)} = \frac{680}{455 \cdot 34} = 0,044 \text{ m}^2$$

Křivka odběru



Odběr teplé vody je určen dle odhadu chování rodin. Kdy obě rodiny v ranních hodinách využívají teplou vodu při ranní hygieně. Kvůli nepřítomnosti pracujících a studujících členů v rodinách přichází útlum v odběru teplé vody v dopoledních hodinách. Naopak v odpoledních hodinách se opět postupně zvyšuje spotřeba teplé vody. Odběr teplé vody je největší právě večer, kdy rodiny provádějí hygienu.

2.6.2 Balance solární soustavy pro přípravu teplé vody

nová zelená úsporám

Balance solárních termických systémů pro potřeby programu Nová zelená úsporám Oblast podpory C.3 - Instalace termických solárních systémů

v souladu s metodikou TNI 73 0302:2014

Identifikace žadatele:			
Příjmení / Název:	Švanda	Jméno:	Martin
Identifikace nemovitosti:			
Katastrální území (číslo):		Katastrální území (název):	Brno
Číslo listu vlastnictví:		Číslo parcely:	
Ulice:		Číslo popisné:	
Obec:	Brno	PSČ:	
		Číslo orientační:	
		Kraj:	jihoomoravský
Žádám v oblasti podpory	1 C.3.1	u teplé vody	▼ 379
Počet osob:	6 osob		
Spotřeba na osobu:	40 l/os.den (při 55 °C)		

Příprava teplé vody a vytápění

Denní spotřeba teplé vody $V_{TV,den}$	240 l/den
Teplota studené vody t_{SV}	10 °C
Teplota teplé vody t_{TV}	55 °C
Návrhová teplota přívodní otopné vody otopné soustavy $t_{w1,N}$	55 °C
Srážka z tepelných zisků kolektorů vlivem tep. ztrát p	0,189
Přirážka na tepelné ztráty při přípravě teplé vody z	0,3
Typ solárního zásobníku (uveďte podle projektu)	SK 500-1 Solar
Objem solárního zásobníku (uveďte podle projektu)	450 l

Vytápění objektu (vyplňuje se pouze při žádosti v oblasti podpory C.3.2 - Solární systém pro přípravu teplé vody a vytápění)

Použití data z výpočtu podle ČSN EN ISO 13 790	
Tepelná ztráta domu Q_z	6,78 kW
Vnitřní výpočtová teplota t_{iv}	20 °C
Venkovní výpočtová teplota t_{ev}	-12 °C
Předpokládaná energetická náročnost budovy (vytápění)	1
Přirážka na tepelné ztráty otopné soustavy v	5 %

Parametry solárních kolektorů

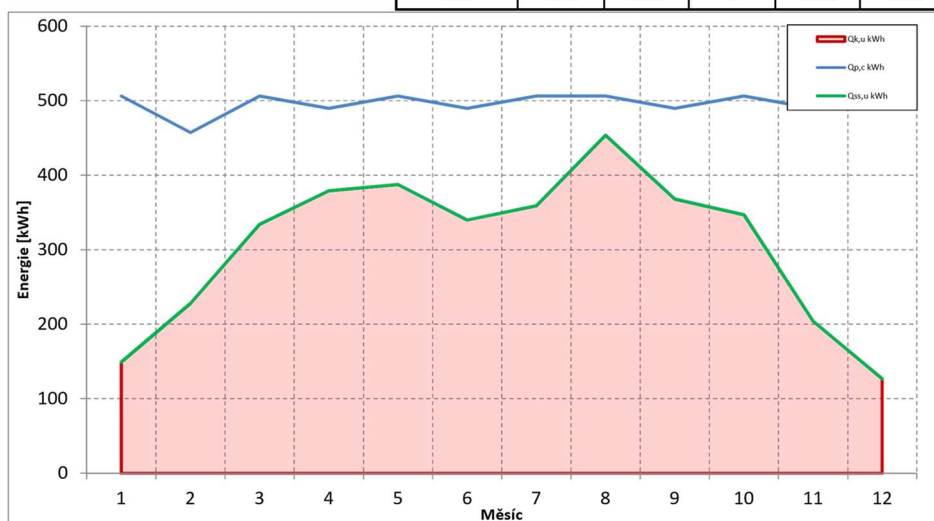
Optická účinnost h_0	0,773
Lineární součinitel tepelné ztráty kolektoru a_1	1,43 W/m ² .K
Kvadratický součinitel tepelné ztráty kolektoru a_2	0,0060 W/m ² .K ²
Počet kolektorů	3 ks
Plocha apertury solárního kolektoru A_{kl}	3,23 m ²
Celková plocha apertury solárních kolektorů A_k	9,69 m ²
Střední denní teplota v solárních kolektorech t_{km}	42,9 °C
Sklon solárního kolektoru β	90 °
Azimut solárního kolektoru γ (jih = 0°)	0 °

Vyhodnocení

Potřeba tepla pro přípravu TV	5960 kWh/rok
Potřeba tepla pro vytápění	kWh/rok
Měrný využitelný zisk solárního systému q_{ssu}	379 kWh/m ² .rok
Celkový využitelný zisk solárního systému Q_{ssu}	3675 kWh/rok
Solární podíl (pokrytí potřeby tepla) f	61 %
Minimální požadovaný objem solárního zásobníku	436 l

Všechny podmínky Programu v oblasti podpory C.3.1 jsou splněny.

měsíc	n	t _{ep}	t _{es}	G _{T,m}	h _k	H _{T,měs}	Q _{k,u}	Q _{p,TV}	Q _{p,VYT}	Q _{p,c}	Q _{ss,u}
	dny	°C	°C	W/m ²	-	kWh/m ²	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
1	31	-1,3	1,8	443	0,62	34,2	149	506	0	506	149
2	28	-0,1	2,7	473	0,63	51,10	228	457	0	457	228
3	31	3,7	6,3	438	0,64	74,4	334	506	0	506	334
4	30	8,1	10,7	355	0,63	85,7	379	490	0	490	379
5	31	13,3	16,0	299	0,63	87,0	387	506	0	506	387
6	30	16,1	18,6	279	0,64	75,6	340	490	0	490	340
7	31	18	20,5	285	0,65	78,1	359	506	0	506	359
8	31	17,9	21,1	325	0,67	96,0	454	506	0	506	454
9	30	13,5	17,1	393	0,67	77,8	368	490	0	490	368
10	31	8,3	11,7	444	0,66	74,4	347	506	0	506	347
11	30	3,2	6,4	438	0,64	45,4	204	490	0	490	204
12	31	0,5	3,6	421	0,62	29,0	127	506	0	506	127
							809	3676	5960	0	5960



Obr. č. 18 - Balance solární soustavy [17]

Vyhodnocení využití kolektorů:

q _{ss,u}	379,3	kWh/m ² .rok
f	61,7	%
Q _{ss,u}	3675,7	kWh/rok

Návrh

- 3x solární trubkový vakuový kolektor Thermomax 100 30, který bude umístěn na fasádu domu orientovanou na jih
- solární zásobník SK 500-1 Solar určený pro kombinování se solárními kolektory a pro dohřívání topným zařízením s možností připojení teplotního čidla (NTC)

Počet kolektorů, jejich orientaci a objem zásobníku jsem volil, aby splňoval požadavky na dotaci Zelená úsporám. Jelikož je zásobník využíván oběma rodinami, tak je 450l zásobník vhodný. Ale kdyby se každé patro řešilo zvlášť, nebylo by vhodné se řídit danými požadavky z hlediska úspory či optimalizace odběru a využití solárních kolektorů.

2.7 Dimenzování a hydraulické posouzení potrubí, návrh oběhových čerpadel

2.7.1 Dimenzování a hydraulické posouzení potrubí otopné soustavy

ČÍSLO ÚSEKU	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN (dxt)	R [Pa/m]	w [m/s]	R* [Pa]	$\Sigma \xi$	z [Pa]	Δp_{PV}	$R^* l + z + \Delta p_{PV}$ [Pa]	Δp_{DIS}	Ventil (8)
DIMENZOVÁNÍ ZÁKLADNÍHO OKRUHU 1													
1	527	45,31	5,20	15x1	11,3	0,10	58,76	16,00	40,00	360	459	459	8
2	1054	90,63	15,20	15x1	60,9	0,19	925,68	4,40	39,71	0	965	1424	
3	1463	125,80	0,96	18x1	42,1	0,18	40,42	2,20	17,82	0	58	1482	
4	2517	216,42	3,34	18x1	105,3	0,30	351,70	4,50	101,25	0	453	1935	
5	2807	241,34	6,65	18x1	132,2	0,34	879,13	5,30	153,17	0	1032	2968	
6	3285	282,44	9,10	22x1	56,6	0,25	515,06	2,20	34,38	0	549	3517	
7	6739	579,42	9,36	22x1	216,5	0,52	2026,44	11,00	743,60	0	2770	6287	

ČÍSLO ÚSEKU	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN (dxt)	R [Pa/m]	w [m/s]	R* [Pa]	$\Sigma \xi$	z [Pa]	Δp_{PV}	$R^* l + z + \Delta p_{PV}$ [Pa]	Δp_{DIS}	Ventil (8)
DESKOVÉ OTOPNÉ TĚLESO 203													
1A	527	45,31	1,10	15x1	11,3	0,10	12,43	7,40	18,50	917	948	948	7

ČÍSLO ÚSEKU	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN (dxt)	R [Pa/m]	w [m/s]	R* [Pa]	$\Sigma \xi$	z [Pa]	Δp_{PV}	$R^* l + z + \Delta p_{PV}$ [Pa]	Δp_{DIS}	Ventil (8)
DESKOVÉ OTOPNÉ TĚLESO 209													
2A	409	35,17	6,12	15x1	7,9	0,07	48,35	8,80	10,78	220	279	279	3

ČÍSLO ÚSEKU	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN (dxt)	R [Pa/m]	w [m/s]	R* [Pa]	$\Sigma \xi$	z [Pa]	Δp_{PV}	$R^* l + z + \Delta p_{PV}$ [Pa]	Δp_{DIS}	Ventil (8)
DESKOVÉ OTOPNÉ TĚLESO 204 A													
3A1	527	45,31	6,10	15x1	11,3	0,10	68,93	7,80	19,50	917	1005	1005	6
3A2	1054	90,63	6,57	15x1	60,9	0,19	400,11	3,60	32,49	0	433	1438	

ČÍSLO ÚSEKU	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN (dxt)	R [Pa/m]	w [m/s]	R* [Pa]	$\Sigma \xi$	z [Pa]	Δp_{PV}	$R^* l + z + \Delta p_{PV}$ [Pa]	Δp_{DIS}	Ventil (8)
DESKOVÉ OTOPNÉ TĚLESO 204 B													
3B1	527	45,31	1,10	15x1	11,3	0,10	12,43	7,40	18,50	917	948	948	8
3B2	1054	90,63	13,15	15x1	60,9	0,19	800,84	3,60	32,49	0	833	1781	

ČÍSLO ÚSEKU	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN (dxt)	R [Pa/m]	w [m/s]	R* [Pa]	Σξ	z [Pa]	Δp _{RV}	R*+z+Δp _{RV} [Pa]	Δp _{DIS}	Ventil (4)
TRUBKOVÉ OTOPNÉ TĚLESO 205													
4A	409	35,17	4,70	15x1	7,9	0,07	37,13	13,30	16,29	232	285	285	0,5

ČÍSLO ÚSEKU	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN (dxt)	R [Pa/m]	w [m/s]	R* [Pa]	Σξ	z [Pa]	Δp _{RV}	R*+z+Δp _{RV} [Pa]	Δp _{DIS}	Ventil (8)
DESKOVÉ OTOPNÉ TĚLESO 206													
5A	478	41,10	3,62	15x1	10,2	0,09	36,92	10,50	21,26	300	358	358	2

ČÍSLO ÚSEKU	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN (dxt)	R [Pa/m]	w [m/s]	R* [Pa]	Σξ	z [Pa]	Δp _{RV}	R*+z+Δp _{RV} [Pa]	Δp _{DIS}	Ventil (8)
DESKOVÉ OTOPNÉ TĚLESO 107													
6A1	340	29,23	9,50	15x1	6,8	0,06	64,60	8,30	7,47	111	183	183	1
6A2	1128	96,99	4,10	18x1	24,8	0,14	101,68	2,20	10,78		112	296	
6A3	2214	190,37	1,43	18x1	87,0	0,27	124,41	5,30	96,59		221	517	
6A4	2904	249,70	5,18	22x1	45,0	0,22	233,10	4,50	54,45		288	804	
6A5	3093	265,95	0,30	22x1	52,6	0,24	15,78	4,50	64,80		81	885	
6A6	3454	296,98	0,56	22x1	65,1	0,27	36,46	2,20	40,10		77	961	

ČÍSLO ÚSEKU	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN (dxt)	R [Pa/m]	w [m/s]	R* [Pa]	Σξ	z [Pa]	Δp _{RV}	R*+z+Δp _{RV} [Pa]	Δp _{DIS}	Ventil (8)
DESKOVÉ OTOPNÉ TĚLESO 103													
6B1	788	67,76	14,20	15x1	25,8	0,14	366,36	7,40	36,26	820	1223	1223	3
6B2	1128	96,99	4,10	18x1	24,8	0,14	101,68	2,20	10,78		112	1335	
6B3	2214	190,37	1,43	18x1	87,0	0,27	124,41	5,30	96,59		221	1556	
6B4	2904	249,70	5,18	22x1	45,0	0,22	233,10	4,50	54,45		288	1844	
6B5	3093	265,95	0,30	22x1	52,6	0,24	15,78	4,50	64,80		81	1924	
6B6	3454	296,98	0,56	22x1	65,1	0,27	36,46	2,20	40,10		77	2001	

ČÍSLO ÚSEKU	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN (dxt)	R [Pa/m]	w [m/s]	R* [Pa]	$\Sigma \xi$	z [Pa]	Δp_{RV}	$R^* l + z + \Delta p_{RV}$ [Pa]	Δp_{DIS}	Ventil (8)
DESKOVÉ OTOPNÉ TĚLESO 104 A													
6C1	543	46,69	6,09	15x1	11,3	0,10	68,82	7,50	18,75	396	484	484	2
6C2	1086	93,38	14,16	15x1	66,8	0,20	945,89	4,40	44,00		990	1473	
6C3	2214	190,37	1,43	18x1	87,0	0,27	124,41	5,30	96,59		221	1694	
6C4	2904	249,70	5,18	22x1	45,0	0,22	233,10	4,50	54,45		288	1982	
6C5	3093	265,95	0,30	22x1	52,6	0,24	15,78	4,50	64,80		81	2063	
6C6	3454	296,98	0,56	22x1	65,1	0,27	36,46	2,20	40,10		77	2139	

ČÍSLO ÚSEKU	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN (dxt)	R [Pa/m]	w [m/s]	R* [Pa]	$\Sigma \xi$	z [Pa]	Δp_{RV}	$R^* l + z + \Delta p_{RV}$ [Pa]	Δp_{DIS}	Ventil (8)
DESKOVÉ OTOPNÉ TĚLESO 104 B													
6D1	543	46,69	1,10	15x1	11,3	0,10	12,43	7,40	18,50	396	427	427	2
6D2	1086	93,38	14,16	15x1	66,8	0,20	945,89	4,40	44,00		990	1417	
6D3	2214	190,37	1,43	18x1	87,0	0,27	124,41	5,30	96,59		221	1638	
6D4	2904	249,70	5,18	22x1	45,0	0,22	233,10	4,50	54,45		288	1925	
6D5	3093	265,95	0,30	22x1	52,6	0,24	15,78	4,50	64,80		81	2006	
6D6	3454	296,98	0,56	22x1	65,1	0,27	36,46	2,20	40,10		77	2083	

ČÍSLO ÚSEKU	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN (dxt)	R [Pa/m]	w [m/s]	R* [Pa]	$\Sigma \xi$	z [Pa]	Δp_{RV}	$R^* l + z + \Delta p_{RV}$ [Pa]	Δp_{DIS}	Ventil (8)
DESKOVÉ OTOPNÉ TĚLESO 105													
6E1	690	59,33	13,80	15x1	20,9	0,13	288,42	11,90	50,28	622	961	961	2
6E2	2904	249,70	5,18	22x1	45,0	0,22	233,10	4,50	54,45		288	1248	
6E3	3093	265,95	0,30	22x1	52,6	0,24	15,78	4,50	64,80		81	1329	
6E4	3454	296,98	0,56	22x1	65,1	0,27	36,46	2,20	40,10		77	1405	

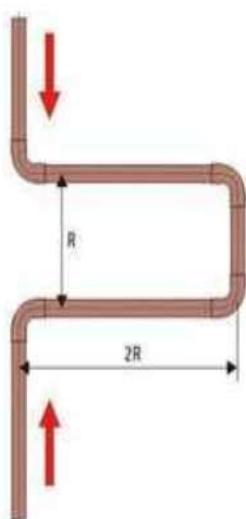
ČÍSLO ÚSEKU	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN (dxt)	R [Pa/m]	w [m/s]	R* [Pa]	$\Sigma \xi$	z [Pa]	Δp_{PV}	$R^* l + z + \Delta p_{PV}$ [Pa]	Δp_{DIS}	Ventil (8)
DESKOVÉ OTOPNÉ TĚLESO 106													
6F1	189	16,25	5,00	10x1	26,9	0,09	134,50	11,90	24,10	0	159	159	0,5
6F2	3093	265,95	0,30	22x1	52,6	0,24	15,78	4,50	64,80		81	239	
6F3	3454	296,98	0,56	22x1	65,1	0,27	36,46	2,20	40,10		77	316	

ČÍSLO ÚSEKU	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN (dxt)	R [Pa/m]	w [m/s]	R* [Pa]	$\Sigma \xi$	z [Pa]	Δp_{PV}	$R^* l + z + \Delta p_{PV}$ [Pa]	Δp_{DIS}	Ventil (8)
TRUBKOVÉ OTOPNÉ TĚLESO 106													
6G1	361	31,03	2,14	15x1	7,9	0,07	16,91	11,90	14,58	164	195	195	0,5
6G2	3454	296,98	0,56	22x1	65,1	0,27	36,46	2,20	40,10		77	272	

2.7.2 Posouzení dilatace

Délka posuzovaného úseku	$l_0 = 9\,330\text{ mm}$
Maximální provozní teplota	$t_{\max} = 50\text{ }^{\circ}\text{C}$
Teplota okolo potrubí	$t_e = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$
Teplotní rozdíl	$\Delta t = t_{\max} - t_e = 50 - 20 = 30\text{ }^{\circ}\text{C}$
Součinitel délkové teplotní roztažnosti	$\alpha = 1,7 \cdot 10^{-5}$
Prodloužení trubky	$\Delta l = l_0 \cdot \alpha \cdot \Delta t = 9,33 \cdot 1,7 \cdot 10^{-5} \cdot 30$ $= 4,8\text{ mm}$
Volná kompenzační délka	$L_s = k \cdot \sqrt{(D \cdot \Delta l)} = 61 \cdot \sqrt{22 \cdot 4,8}$ $= 626,8\text{ mm}$

Pro prodloužení do 12 mm není kompenzátoru nutné využít, proto v objektu není navržen žádný kompenzátor. V nevyhovujících podmínkách lze použít např. U kompenzátoru.

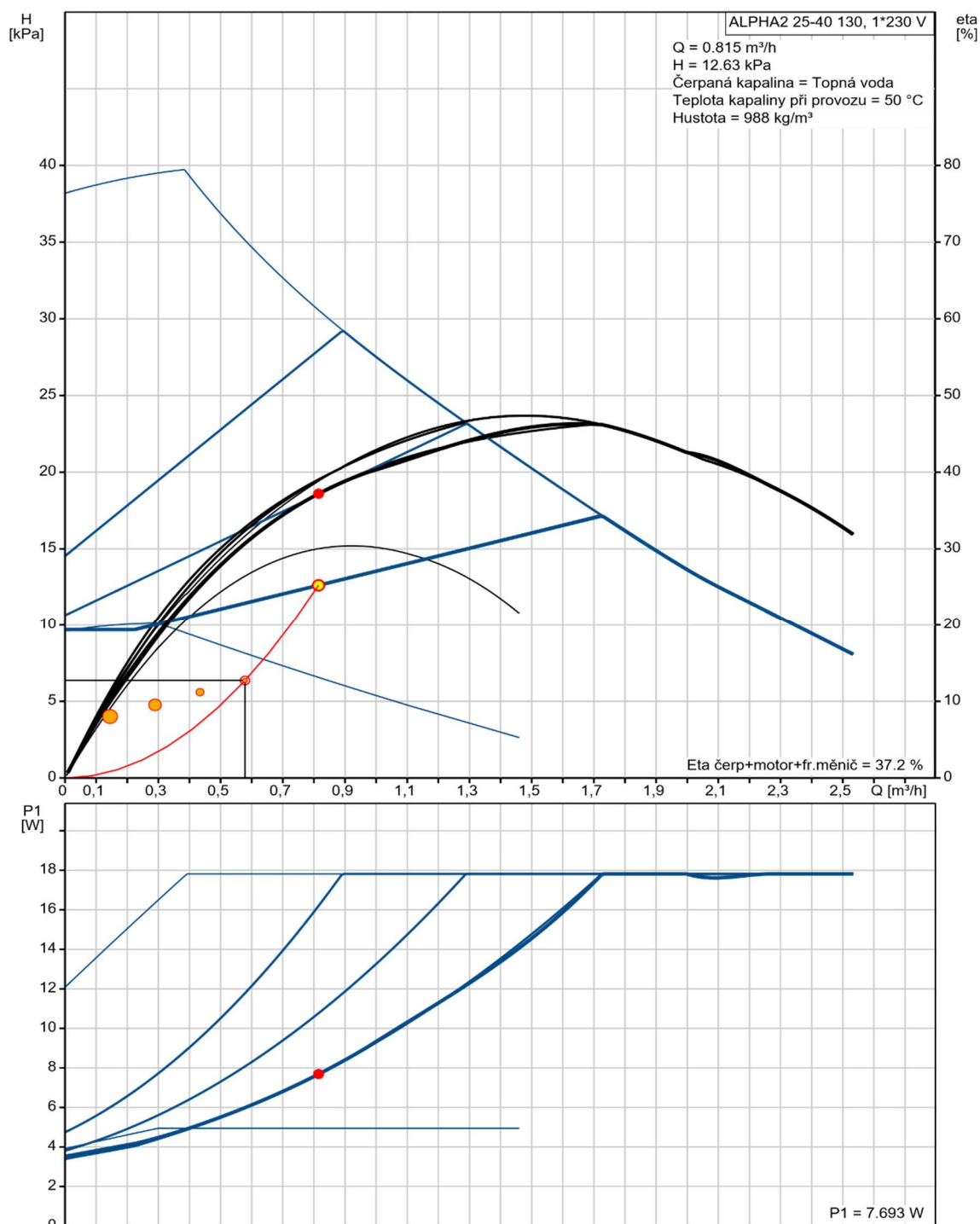


Vnější průměr trubky d [mm]	Prodloužení trubky Δl [mm]							
	12	25	38	50	75	100	125	150
	Charakteristický rozměr kompenzátoru R [mm]							
12	195	281	347	398	488	562	627	691
15	218	315	387	445	548	649	709	772
18	240	350	430	495	600	700	785	850
22	263	382	468	540	660	764	850	930
28	299	431	522	609	746	869	960	1056
35	333	479	593	681	832	960	1072	1185
42	366	528	647	744	912	1055	1178	1287
54	414	599	736	845	1037	1194	1333	1463
64	450	650	801	919	1126	1300	1453	1592

Obr. č. 19 - U kompenzátor [21]

2.7.3 Návrh oběhového čerpadla otopné soustavy

Návrh čerpadla byl proveden dle výpočtového programu společnosti GRUNDFOS. Navrženo oběhové čerpadlo ALPHA2 25–40-130.



Obr. č. 20 - Oběhové čerpadlo otopné soustavy [20]

2.7.5 Dimenzování solárního okruhu

Pro přípravu teplé vody budou použity 3 kolektory jako jeden blok. Proudění teplotnosné látky bude v high-flow provedení.

Zvolený objemový průtok: $V' = 60 \text{ l/h} \cdot \text{m}^2$

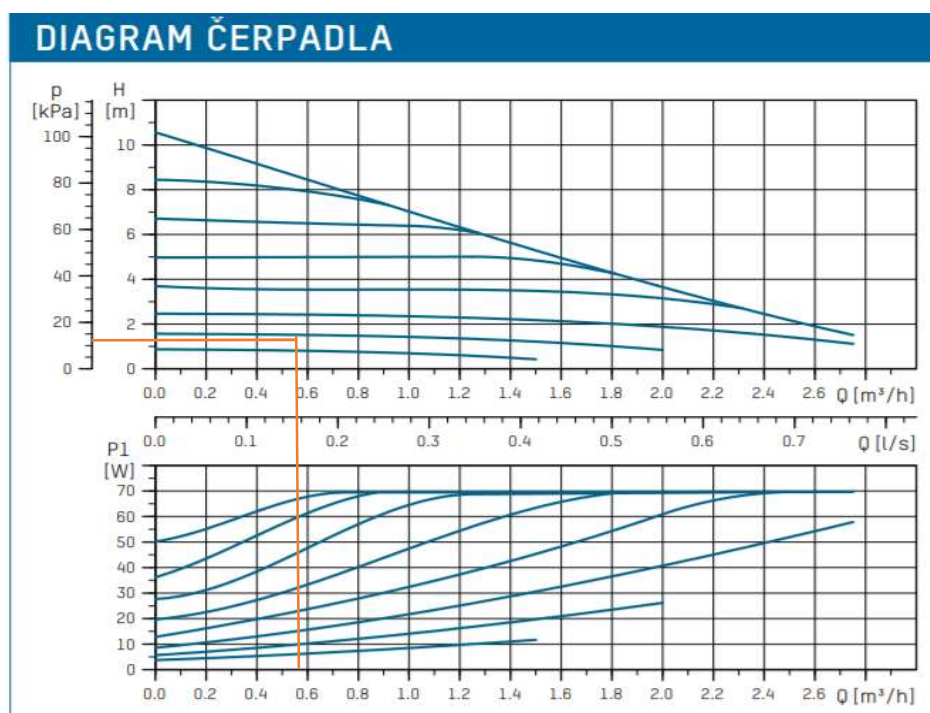
Celková plocha apertury: $A_c = 9,69 \text{ m}^2$

Objemový průtok v bloku: $V = V' \cdot A_c = 60 \cdot 9,69 = 581,4 \text{ l/h}$

ČÍSLO ÚSEKU	M [l/h]	l [m]	DN (dxt)	R [Pa/m]	w [m/s]	Ztráta třením [Pa]	Ztráta vřazenými odpory [Pa]	Ztráta kolektorů, výměníků, regulačních armatur apod. [Pa]	Celková ztráta [Pa]
SOLÁRNÍ OKTRUH									
SO1	580,00	38,00	22x1	220,0	0,50	8360,00	2508,00	1870	12738,00

Potrubí solárního okruhu bude opatřeno tepelnou izolací Armaflex HT tloušťky 30 mm. Izolace je odolná proti vysokým teplotám a UV záření.

V solární soustavě bude instalovaná solární stanice TACOSOL CIRC ZR HE. Solární stanice bude umístěna v technické místnosti.



Obr. č. 21 - Oběhové čerpadlo solárního okruhu [22]

Čerpací stanice obsahuje čerpadlo Grundfos PM 2 15-105/130. Tlaková ztráta okruhu je 12 738 Pa a jeho průtok je 580 l/h. Podle přiložené charakteristiky je možné toto čerpadlo použít.

2.7.6 Posouzení dilatace solárního okruhu

Délka posuzovaného úseku	$l_0 = 6\,000\text{ mm}$
Maximální provozní teplota	$t_{\text{stg}} = 286\text{ °C}$
Teplota v exteriéru	$t_e = 30\text{ °C}$
Teplotní rozdíl	$\Delta t = t_{\text{max}} - t_e = 286 - 30 = 256\text{ °C}$
Součinitel délkové teplotní roztažnosti	$\alpha = 1,7 \cdot 10^{-5}$
Prodloužení trubky	$\Delta l = l_0 \cdot \alpha \cdot \Delta t = 6 \cdot 1,7 \cdot 10^{-5} \cdot 256 = 26\text{ mm}$
Charakteristický rozměr kompenzátoru	$R = 468\text{ mm}$

Na přívodním potrubí solárního okruhu je vytvořen přirozený kompenzátor. Na odvodním potrubí je použit U kompenzátor s charakteristickým rozměrem 468 mm.

2.8 Návrh zabezpečovacích zařízení

2.8.1 Kotlový okruh

2.8.1.1 Návrh expanzní nádoby

Expanzní nádoba

$$\Delta t = \Delta t_{\max} - t = 90 - 10 = 80 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$n = 0,035$$

Nejnižší dovolený přetlak

$$p_{d,dov} \geq 1,1 \cdot h \cdot \rho \cdot g$$

$$p_{d,dov} \geq 1,1 \cdot 5,7 \cdot 1000 \cdot 9,81 \cdot 10^{-3} = 61,51 \text{ kPa}$$

$$p_d \geq p_{d,dov}$$

$$p_d = 90 \text{ kPa}$$

Nejvyšší dovolený přetlak

$$p_{h,dov} \geq p_k - (h_m \cdot \rho \cdot g \cdot 10^{-3})$$

$$p_{h,dov} \geq 300 - (1,5 \cdot 1000 \cdot 9,81 \cdot 10^{-3}) = 285,29 \text{ kPa}$$

$$p_{hp} = 250 \text{ kPa}$$

Expanzní objem

$$V_e = 1,3 \cdot V_o \cdot n$$

$$V_e = 1,3 \cdot 120 \cdot 0,035 = 5,46 \text{ l}$$

Objem expanzní nádoby

$$V_{EN} = \frac{V_e \cdot (p_{hp} + 100)}{(p_{hp} - p_d)} = \frac{5,46 \cdot (250 + 100)}{(250 - 90)} = 11,94 \text{ l}$$

Návrh expanzní nádoby Regulus HS012 o objemu 12 litrů.

Expanzní potrubí

$$d_p = 10 + 0,6 \cdot Q_p^{0,5}$$

$$d_p = 10 + 0,6 \cdot 15^{0,5} = 12,32 \text{ mm} \rightarrow \text{navrženo expanzní potrubí DN 15x1}$$

Pojistné potrubí

$$d_p = 15 + 1,4 \cdot Q_p^{0,5}$$

$$d_p = 15 + 1,4 \cdot 15^{0,5} = 20,42 \text{ mm} \rightarrow \text{navrženo pojistné potrubí DN 22x1}$$

2.8.1.2 Návrh pojistného ventilu

Zdroj tepla:	Skupina:	Teplotní interval [°C]	vstup do PV	výstup z PV
<input type="radio"/> výměník tepla	A1	$T_1 < 100$	voda	voda
<input checked="" type="radio"/> kotel	A2	$100 < T_1 \leq t_{2x}$	voda	směs
	A3	$100 \leq t_{2x} \leq T_1$	pára	pára
	<input checked="" type="radio"/> B		pára	pára

T_1 - výpočtová teplota ohřívací vody na vstupu

t_{2x} - teplota ohřívání vody na mezi odparu při přetlaku p_{ot}

Výpočtové parametry pojistných ventilů: DUCO MEIBES						
jmenovitá světlost DN [mm]	1/2"	3/4"	1"	5/4"	6/4"	2"
nejmenší průřez S_o [mm ²]	113	176	380	804	1017	1589
výtokový součinitel α_w [-]	0,444	0,565	0,684	0,693	0,549	0,576

Poznámka: Přednastavené hodnoty průřezného průřezu a výtokového součinitele můžete změnit a výpočet se provede znovu pro Vámi zadané hodnoty.

$p_{ot} =$ 300 ▼ **kPa** ... otevírací přetlak pojistného ventilu
 $Q_n =$ 15 **kW** ... jmenovitý výkon zdroje tepla
 $S_o =$ 27 **mm²** ... vypočtený minimální průřez sedla pojistného ventilu
1/2" x 3/4" KD ... navržený pojistný ventil
 $S_o =$ 113 **mm²** ... skutečný průřez sedla navrženého pojistného ventilu
 $d_1 =$ 20 **mm** ... minimální vnitřní průměr vstupního pojistného potrubí
 $d_2 =$ 20 **mm** ... minimální vnitřní průměr výstupního pojistného potrubí

Obr. č. 22 - Výpočet pojistného ventilu [30]

Navržen pojistný ventil DUCO MEIBES 1,2"x3/4" KD.

2.8.2 Solární okruh

2.8.2.1 Návrh expanzní nádoby

Plnicí tlak

$$p_o = h_s \cdot \rho \cdot g + p_d + p_{\check{c}}$$

$$p_o = 8,5 \cdot 1047 \cdot 9,81 \cdot 10^{-3} + 50 + 13 = 150 \text{ kPa}$$

Konstrukční přetlak

$$p_k = 600 \text{ kPa}$$

Otevírací přetlak pojistného ventilu

$$P_{ot} < p_k - (h_m \cdot \rho \cdot g)$$

$$P_{ot} < 600 - (1,5 \cdot 1047 \cdot 9,81 \cdot 10^{-3})$$

$$P_{ot} = 585 \text{ kPa}$$

Maximální provozní přetlak

$$p_e = 0,9 \cdot p_{ot}$$

$$p_e = 0,9 \cdot 585 = 527 \text{ kPa}$$

Návrh expanzní nádoby

$$V_{EN} = (V_s + V \cdot \beta + V_K) \cdot \frac{(p_e + 100)}{(p_e - p_o)}$$

$$V_{EN} = (3 + 30 \cdot 0,1 + 16,8) \cdot \frac{(527 + 100)}{(527 - 150)} = 37,9 \text{ l}$$

Navrhuji expanzní membránovou nádobu Regulus SL040 o objemu 40 litrů.

Expanzní potrubí

$$d_p = 10 + 0,6 \cdot Q_p^{0,5}$$

$$d_p = 10 + 0,6 \cdot 19,6^{0,5} = 12,66 \text{ mm.}$$

Navrhuji expanzní potrubí DN 15x1.

2.8.2.2 Pojistný ventil

Otevírací přetlak pojistného ventilu

$$p_{ot} = 600 \text{ kPa}$$

Průřez sedla pojistného ventilu

$$S_O = \frac{Q_p}{\alpha_v \cdot K} = \frac{19,6}{0,444 \cdot 2,1} = 21 \text{ mm}^2$$

Ideální průměr sedla pojistného ventilu

$$d_i = 2 \cdot \left(\frac{S_0}{\pi} \right)^{0,5} = 2 \cdot \left(\frac{21}{\pi} \right)^{0,5} = 5,2 \text{ mm}$$

Skutečný průměr sedla pojistného ventilu

$$d_0 = a \cdot d_i = 1,46 \cdot 5,2 = 7,6 \text{ mm}$$

Pojistné potrubí

$$d_p = 15 + 1,4 \cdot Q_p$$


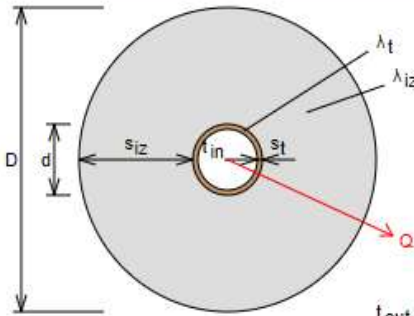
$$d_p = 15 + 1,4 \cdot 19,6^{0,5} = 21,2 \text{ mm}$$

Pojistný ventil je součástí solární čerpací stanice. Otevírací přetlak pojistného ventilu je 600 kPa.

2.9 Návrh tepelné izolace potrubí


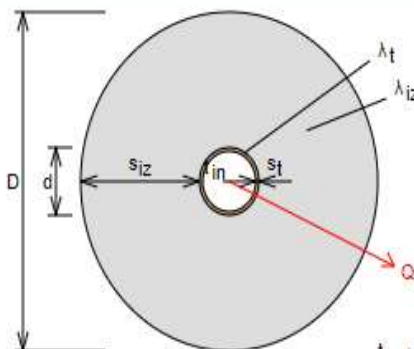
Návrh izolací na potrubí byl proveden dle výpočtu z www.tzb-info.cz. Výpočty a návrh izolací je v souladu s vyhláškou č. 193/2007, která stanovuje povinnost opatřit rozvody vytápění a TV tepelnou izolací.

DN 12x1

<p>Izolace - podrobné technické informace</p> <p>PAROC > Section aluCoat T</p> <p>Rozměry izolace - tl. 20</p> <p>Tloušťka: $s_{iz} = 20$ mm</p> <p>Souč. tepelné vodivosti $\lambda_{iz} = 0.035$ W / m K</p>	
<p>Trubka</p> <p>Měď</p> <p>Rozměry trubky - 12x1</p> <p>Průměr: $d = 12$ mm</p> <p>Tloušťka stěny: $s_t = 1$ mm</p> <p>Souč. tepelné vodivosti $\lambda_t = 372$ W / m K</p>	<p>Izolační pouzdra PAROC Section AluCoat T jsou vhodná na většinu standardních průměrů potrubí i ventilačních průduchů kruhových průřezů. Pro snazší montáž na potrubí jsou izolační pouzdra podélně rozříznuta. Při dobrém utěsnění spojů tvoří povrchová úprava parotěsnou zábranu</p> <p>Rozsah provozních teplot: do 250 °C</p>
 <p>$D = d + 2 s_{iz} = 52$ mm</p>	<p>Potrubí</p> <p>Teplota média: $t_{in} = 50$ °C</p> <p>Teplota v okolí potrubí: $t_{out} = 20$ °C</p> <p>Relativní vlhkost vzduchu: $rh = 65$ % ???</p> <p>Teplota rosného bodu: $t_w = 13.6$ °C</p> <p>Součinitel přestupu tepla na vnějším povrchu: $\alpha_e = 10$ W / m² K</p> <p>Délka potrubí: $l = 1$ m</p>
<p>Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007)</p>	<p>DN 10 - DN 15 => $U_{0,193/2007} = 0.15$ W / m K</p>
<p>Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí</p>	<p>$U_0 = 0.138 \leq 0.15$ W / m K => VYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 193/2007</p>
<p>Povrchová teplota izolovaného potrubí</p>	<p>$t_{p,iz} = 22.5$ °C > t_w => na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci</p>
<p>Tepelná ztráta potrubí bez izolace</p>	<p>$q_p = 11.3$ W/m</p>
<p>Tepelná ztráta potrubí s izolací</p>	<p>$q_{iz} = 4.1$ W/m</p>
<p>Energetická úspora izolovaného potrubí</p>	<p>63 %</p>
<p></p>	<p></p>
<p>Střední spotřeba izolace</p>	<p>0.1005 m² - platí pro plošnou izolaci</p>


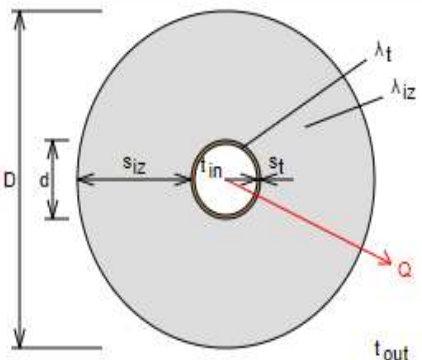
Obr. č. 23 - Tepelná izolace potrubí 12x1 Cu [30]

DN 15x1

<p>Izolace - podrobné technické informace</p> <p>PAROC > Section aluCoat T ▼</p> <p>Rozměry izolace - tl. 30 ▼</p> <p>Tloušťka $s_{iz} = 30$ mm</p> <p>Souč. tepelné vodivosti $\lambda_{iz} = 0.035$ W / m K</p>	
<p>Trubka</p> <p>Měď ▼</p> <p>Rozměry trubky - 15x1 ▼</p> <p>Průměr $d = 15$ mm</p> <p>Tloušťka stěny $s_t = 1$ mm</p> <p>Souč. tepelné vodivosti $\lambda_t = 372$ W / m K</p>	<p>Izolační pouzdra PAROC Section AluCoat T jsou vhodná na většinu standardních průměrů potrubí i ventilačních průduchů kruhových průřezů. Pro snazší montáž na potrubí jsou izolační pouzdra podélně rozříznuta. Při dobrém utěsnění spojů tvoří povrchová úprava parotěsnou zábranu</p> <p>Rozsah provozních teplot: do 250 °C</p>
 <p>$D = d + 2 s_{iz} = 75$ mm</p>	<p>Potrubí</p> <p>Teplota média $t_{in} = 50$ °C</p> <p>Teplota v okolí potrubí $t_{out} = 20$ °C</p> <p>Relativní vlhkost vzduchu $rh = 65$ % ???</p> <p>Teplota rosného bodu $t_w = 13.6$ °C</p> <p>Součinitel přestupu tepla na vnějším povrchu $\alpha_e = 10$ W / m² K</p> <p>Délka potrubí $l = 1$ m</p>
<p>Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007)</p>	<p>DN 10 - DN 15 ▼ => $U_{0,193/2007} = 0.15$ W / m K</p>
<p>Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí</p>	<p>$U_0 = 0.13 \leq 0.15$ W / m K => VYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 193/2007</p>
<p>Povrchová teplota izolovaného potrubí</p>	<p>$t_{p,iz} = 21.7$ °C > t_w => na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci</p>
<p>Tepelná ztráta potrubí bez izolace</p>	<p>$q_p = 14.1$ W/m</p>
<p>Tepelná ztráta potrubí s izolací</p>	<p>$q_{iz} = 3.9$ W/m</p>
<p>Energetická úspora izolovaného potrubí</p>	<p>72 %</p>
<p>Střední spotřeba izolace</p>	<p>0.1414 m² - platí pro plošnou izolaci</p>


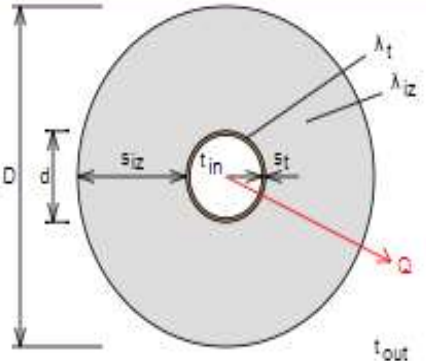
Obr. č. 24 - Tepelná izolace potrubí 15x1 Cu [30]

DN 18x1

<p>Izolace - podrobné technické informace</p> <p>PAROC > Section aluCoat T ▼</p> <p>Rozměry izolace - tl. 30 ▼</p> <p>Tloušťka $s_{iz} = 30$ mm</p> <p>Souč. tepelné vodivosti $\lambda_{iz} = 0.035$ W / m K</p>	
<p>Trubka</p> <p>Měď ▼</p> <p>Rozměry trubky - 18x1 ▼</p> <p>Průměr $d = 18$ mm</p> <p>Tloušťka stěny $s_t = 1$ mm</p> <p>Souč. tepelné vodivosti $\lambda_t = 372$ W / m K</p>	<p>Izolační pouzdra PAROC Section AluCoat T jsou vhodná na většinu standardních průměrů potrubí i ventilačních proudů kruhových průřezů. Pro snazší montáž na potrubí jsou izolační pouzdra podélně rozříznuta. Při dobrém utěsnění spojů tvoří povrchová úprava parotěsnou zábranu</p> <p>Rozsah provozních teplot: do 250 °C</p>
 <p>$D = d + 2 s_{iz} = 78$ mm</p>	<p>Potrubí</p> <p>Teplota média $t_{in} = 50$ °C</p> <p>Teplota v okolí potrubí $t_{out} = 20$ °C</p> <p>Relativní vlhkost vzduchu $rh = 65$ % ???</p> <p>Teplota rosného bodu $t_w = 13.6$ °C</p> <p>Součinitel přestupu tepla</p> <p>na vnějším povrchu $\alpha_e = 10$ W / m² K</p> <p>Délka potrubí $l = 1$ m</p>
<p>Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007)</p>	<p>DN 10 - DN 15 ▼ => $U_{O,193/2007} = 0.15$ W / m K</p>
<p>Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí</p>	<p>$U_O = 0.142 \leq 0.15$ W / m K => VYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 193/2007</p>
<p>Povrchová teplota izolovaného potrubí</p>	<p>$t_{p,iz} = 21.7$ °C > t_w => na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci</p>
<p>Tepelná ztráta potrubí bez izolace</p>	<p>$q_p = 17$ W/m</p>
<p>Tepelná ztráta potrubí s izolací</p>	<p>$q_{iz} = 4.3$ W/m</p>
<p>Energetická úspora izolovaného potrubí</p>	<p>75 %</p>
<p>Střední spotřeba izolace</p>	<p>0.1508 m² - platí pro plošnou izolaci</p>


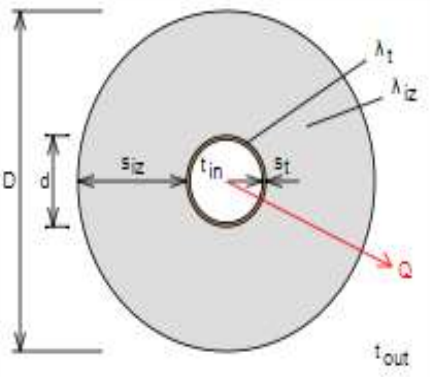
Obr. č. 25 - Tepelná izolace potrubí 18x1 [30]

DN 22x1

<p>Izolace - podrobné technické informace</p> <p>PAROC > Section aluCoat T ▼</p> <p>Rozměry izolace - tl. 30 ▼</p> <p>Tloušťka $s_{iz} = 30$ mm</p> <p>Souč. tepelné vodivosti $\lambda_{iz} = 0.035$ W / m K</p>	
<p>Trubka</p> <p>Měď ▼</p> <p>Rozměry trubky - 22x1 ▼</p> <p>Průměr $d = 22$ mm</p> <p>Tloušťka stěny $s_t = 1$ mm</p> <p>Souč. tepelné vodivosti $\lambda_t = 372$ W / m K</p>	<p>Izolační pouzdra PAROC Section AluCoat T jsou vhodná na většinu standardních průměrů potrubí i ventilačních průduchů kruhových průřezů. Pro snazší montáž na potrubí jsou izolační pouzdra podélně rozříznuta. Při dobrém utěsnění spojů tvoří povrchová úprava parotěsnou zábranu.</p> <p>Rozsah provozních teplot: do 250 °C</p>
 <p>$D = d + 2 s_{iz} = 82$ mm</p>	<p>Potrubí</p> <p>Teplota média $t_{in} = 50$ °C</p> <p>Teplota v okolí potrubí $t_{out} = 20$ °C</p> <p>Relativní vlhkost vzduchu $\phi = 85$ % ???</p> <p>Teplota rosného bodu $t_w = 13.8$ °C</p> <p>Součinitel přestupu tepla na vnějším povrchu $\alpha_e = 10$ W / m² K</p> <p>Délka potrubí $l = 1$ m</p>
<p>Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007)</p>	<p>DN 20 - DN 32 ▼ => $U_{0,193/2007} = 0.18$ W / m K</p>
<p>Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí</p>	<p>$U_0 = 0.158 \leq 0.18$ W / m K => VYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 193/2007</p>
<p>Povrchová teplota izolovaného potrubí</p>	<p>$t_{p,iz} = 21.8$ °C > t_w => na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci</p>
<p>Tepelná ztráta potrubí bez izolace</p>	<p>$q_p = 20.7$ W/m</p>
<p>Tepelná ztráta potrubí s izolací</p>	<p>$q_{iz} = 4.7$ W/m</p>
<p>Energetická úspora izolovaného potrubí</p>	<p>77 %</p>
<p>Střední spotřeba izolace</p>	<p>0.1634 m² - platí pro plošnou izolaci</p>

Obr. č. 26 - Tepelná izolace potrubí 22x1 Cu [30]

DN 22x1 (0 °C)

<p>Izolace - podrobné technické informace</p> <p>PAROC > Section aluCoat T</p> <p>Rozměry izolace - tl. 30</p> <p>Tloušťka $s_{iz} = 30$ mm</p> <p>Souč. tepelné vodivosti $\lambda_{iz} = 0.034$ W / m K</p>	
<p>Trubka:</p> <p>Méd</p> <p>Rozměry trubky - 22x1</p> <p>Průměr $d = 22$ mm</p> <p>Tloušťka stěny $s_t = 1$ mm</p> <p>Souč. tepelné vodivosti $\lambda_t = 372$ W / m K</p>	<p>Izolační pouzdra PAROC Section AluCoat T jsou vhodná na většinu standardních průměrů potrubí i ventilačních průduchů kruhových průřezů. Pro snazší montáž na potrubí jsou izolační pouzdra podélně rozříznuta. Při dobrém utěsnění spoju tvoří povrchová úprava parotěsnou zábranu</p> <p>Rozsah provozních teplot: do 250 °C</p>
 <p>$D = d + 2 s_{iz} = 82$ mm</p>	<p>Potrubí</p> <p>Teplota média $t_{in} = 50$ °C</p> <p>Teplota v okolí potrubí $t_{out} = 0$ °C</p> <p>Relativní vlhkost vzduchu $rh = 66$ % ???</p> <p>Teplota rosného bodu $t_w = -5,2$ °C</p> <p>Součinitel přestupu tepla na vnějším povrchu $\alpha_e = 10$ W / m² K</p> <p>Délka potrubí $l = 1$ m</p>
<p>Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007)</p>	<p>DN 20 - DN 32 => $U_{0,193/2007} = 0.18$ W / m K</p>
<p>Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí</p>	<p>$U_0 = 0.154 \leq 0.18$ W / m K => VYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 193/2007</p>
<p>Povrchová teplota izolovaného potrubí</p>	<p>$t_{p,iz} = 3$ °C > t_w => na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci</p>
<p>Tepelná ztráta potrubí bez izolace</p>	<p>$q_p = 34,6$ W/m</p>
<p>Tepelná ztráta potrubí s izolací</p>	<p>$q_{iz} = 7,7$ W/m</p>
<p>Energetická úspora izolovaného potrubí</p>	<p>78 %</p>
<p>Střední spotřeba izolace</p>	<p>0.1634 m² - platí pro plošnou izolaci</p>

Obr. č. 27 - Tepelná izolace potrubí 22x1 Cu (okolní teplota 0 °C) [30]

2.10 Potřeba tepla pro vytápění a ohřev teplé vody

Lokalita (Tabulka)		<input checked="" type="radio"/> $t_{em} = 12\text{ °C}$ <input type="radio"/> $t_{em} = 13\text{ °C}$ <input type="radio"/> $t_{em} = 15\text{ °C}$???	
Město	Brno	Délka topného období	$d = 222$ [dny]
Venkovní výpočtová teplota $t_e =$	-12 °C	Prům. teplota během otopného období $t_{es} =$	3.6 °C

<input checked="" type="checkbox"/> Vytápění Tepelná ztráta objektu $Q_c = 7.68$ kW Průměrná vnitřní výpočtová teplota $t_{is} = 20$ °C ??? Vytápěcí denostupně $D = d \cdot (t_{is} - t_{es}) = 3641$ K.dny Opravné součinitele a účinnosti systému $e_i = 0.85$??? $\eta_o = 1$??? $e_t = 0.90$??? $\eta_r = 0.95$??? $e_d = 1.00$??? Opravný součinitel ϵ ??? <input checked="" type="radio"/> $\epsilon = e_i \cdot e_t \cdot e_d = 0.765$ <input type="radio"/> $\epsilon = 0.765$ $Q_{WT,r} = \frac{\epsilon}{\eta_o \cdot \eta_r} \cdot \frac{24 \cdot Q_c \cdot D}{(t_{is} - t_e)} \cdot 3.6 \cdot 10^{-3}$ $Q_{WT,r} = \left(\begin{array}{c} 60.8 \text{ GJ/rok} \\ 16.9 \text{ MWh/rok} \end{array} \right)$	<input checked="" type="checkbox"/> Ohřev teplé vody $t_1 = 10$ °C ??? $\rho = 1000$ kg/m ³ ??? $t_2 = 55$ °C ??? $c = 4186$ J/kgK ??? $V_{2p} = 0.24$ m ³ /den ??? Koeficient energetických ztrát systému $z = 0.3$??? Denní potřeba tepla pro ohřev teplé vody $Q_{TUV,d} = (1+z) \cdot \frac{\rho \cdot c \cdot V_{2p} \cdot (t_2 - t_1)}{3600} = 16.3 \text{ kWh}$ Teplota studené vody v létě $t_{svl} = 15$ °C Teplota studené vody v zimě $t_{svz} = 5$ °C Počet pracovních dní soustavy v roce $N = 365$ [dny] $Q_{TUV,r} = Q_{TUV,d} \cdot d + 0.8 \cdot Q_{TUV,d} \cdot \frac{t_2 - t_{svl}}{t_2 - t_{svz}} \cdot (N - d)$ $Q_{TUV,r} = \left(\begin{array}{c} 18.4 \text{ GJ/rok} \\ 5.1 \text{ MWh/rok} \end{array} \right)$
---	--

Celková roční potřeba energie na vytápění a ohřev teplé vody	
79.2 GJ/rok	
22 MWh/rok	
$Q_r = Q_{WT,r} + Q_{TUV,r} = \left(\begin{array}{c} 79.2 \text{ GJ/rok} \\ 22 \text{ MWh/rok} \end{array} \right)$	

Obr. č. 28 - Výpočet potřeby energie pro vytápění a ohřev teplé vody [30]

Jedná se o přibližný výpočet potřeby tepla pro vytápění a přípravu teplé vody pro celý rok. Výpočet byl proveden dle aplikace z webových stránek TZB-info.

2.11 Roční potřeba na provoz

Celková potřeba tepla: $Q_r = Q_{VYT} + Q_{TV} = 16,9 + 5,1 = 22 \text{ MWh/rok}$

Solární kolektory pokryjí dle výpočtů 61,7 % potřeby tepla pro ohřev teplé vody.

Energie vytvořená solárními kolektory: $Q_{TV,SOL} = 0,617 \cdot 5,1 = 3,15 \text{ MWh/rok}$

Celková potřeba tepla bez energie, kterou vytvoří solární kolektory:

$Q_{r,c} = Q_r - Q_{TV,SOL} = 22 - 3,15 = 18,85 \text{ MWh/rok}$

Normový stupeň využití až: $\eta = 1,09$

Celková potřeba paliva: $Q_{r,c} / \eta = 18,85 / 1,09 = 17,3 \text{ MWh/rok}$

Cena za odebraný plyn: 1289,03 Kč/MWh

Stálý měsíční plat: 298,07 Kč

Celková cena: $(17,3 \cdot 1289,03) + (298,07 \cdot 12) = \mathbf{25\,877 \text{ Kč}}$

Ceny za energie byly brány z internetových stránek tzb-info. Konkrétně od dodavatele zemního plynu Innogy Energie, s.r.o. Celková hodnota se týká pouze vytápění a ohřevu teplé vody. Nevztahuje se na jiné potřeby plynu v rodinném domě.

3 PROJEKT – TECHNICKÁ ZPRÁVA

3.1 Úvod

3.1.1 Identifikační údaje

Název:	Vytápění budovy s využitím energie z obnovitelných zdrojů
Druh stavby:	Rodinný dům
Místo stavby:	Brno
Projektant:	Martin Švanda
Stupeň projektové dokumentace:	dokumentace pro provedení stavby
Podklady:	<p>výkresová dokumentace stavby</p> <p>Stavební zákon</p> <p>ČSN 01 3452 –Technické výkresy – Instalace – Vytápění, chlazení</p> <p>ČSN EN 12 828 + A1 – Tepelné soustavy v budovách – Navrhování teplovodních otopných soustav</p> <p>ČSN EN 12 831 – Energetická náročnost budov – Výpočet tepelného výkonu – Část 1: Tepelný výkon pro vytápěný prostor, Modul M3-3</p> <p>ČSN 06 0310 - Tepelné soustavy v budovách – Projektování a montáž</p> <p>ČSN 06 0320 - Tepelné soustavy v budovách – Příprava teplé vody</p> <p>ČSN 06 0330 - Tepelné soustavy v budovách – Zabezpečovací zařízení</p> <p>ČSN 06 0830 – Tepelné soustavy v budovách – Zabezpečovací zařízení</p> <p>ČSN 06 1101 – Otopná tělesa pro ústřední vytápění</p> <p>ČSN 73 0540–2 –Tepelná ochrana budov – Požadavky</p> <p>ČSN 73 0540–3 – Tepelná ochrana budov – Výpočet tepelného výkonu</p> <p>ČSN 73 0810 – Požární bezpečnost staveb – Společná ustanovení</p> <p>ČSN 73 0833 – Požární bezpečnost staveb – Budovy pro bydlení a ubytování</p> <p>ČSN 73 4201 – Komíny a kouřovody</p> <p>ČSN 07 7401 – Voda a pára pro tepelná energetická zařízení s pracovním tlakem páry do 8 MPa</p> <p>TNI 73 0302 Energetické hodnocení solárních tepelných soustav – Zjednodušený výpočtový postup</p> <p>Vyhláška č. 193/2007 Sb., kterou se stanoví podrobnosti účinnosti užití energie při rozvodu tepelné energie a vnitřním rozvodu tepelné energie a chladu</p> <p>Vyhláška č. 78/2013 Sb., o energetické náročnosti budov ve znění pozdějších předpisů</p> <p>Nařízení vlády č. 361/2007, podmínky ochrany zdraví zaměstnanců při práci.</p> <p>Vyhláška MMRČR č. 499/2006 Sb. a 62/2013 Sb. o dokumentaci staveb</p> <p>Vyhláška 246/2001 Sb. – o požární prevenci</p> <p>Vyhláška 34/2016 Sb. – o čištění a kontrole</p> <p>Zákon č. 22/1997 Sb. – o technických požadavcích na výrobky</p> <p>Zákon č. 201/2012 Sb. – o ochraně ovzduší</p> <p>Zákon č. 133/1985 Sb. – o požární ochraně pozdějších předpisů</p>

3.1.2 Konstrukční řešení objektu

Obvodové nosné zdivo je tvořeno z cihel plných pálených tloušťky 450 mm. Z cihel plných pálených jsou také tvořeny vnitřní nosné i nenosné stěny. Objekt je shora ukončen sedlovou střechou, jejíž sklon je na západní straně 45° a na východní 55,3°. Stropní konstrukce mezi sklepním prostorem a vytápěným prostorem je železobetonová. Ostatní stropní konstrukce jsou trámové. Okenní i dveřní otvory jsou plastové. Větrání v objektu je přirozené pomocí okenních otvorů.

3.1.3 Tepelné ztráty a potřeba tepla

3.1.3.1 Klimatické podmínky místa stavby

Budova se nachází ve městě Brno, kde uvažují s následujícími klimatickými podmínkami.

Nadmořská výška:	237 m. n. m.
Výpočtová venkovní teplota t_e :	-12 °C
Průměrná venkovní teplota v otopném období t_{es} :	4 °C
Délka otopného období:	232 dní

3.1.3.2 Vnitřní návrhové teploty

Vnitřní teploty jsou voleny v souladu s hygienickými předpisy a s ohledem na tepelnou pohodu uživatelů.

Místnost	Návrhová teplota v místnosti t_i [°C]
Schodiště	15
Pokoj	20
Obývací pokoj	20
Ložnice	20
WC	20
Koupelna	24
Kuchyně	20
Chodba	20
Spíž	15
Technická místnost	0

3.2 Tepelně technické vlastnosti stavebních konstrukcí

Tepelně technické vlastnosti nově navržených konstrukcí objektu tvořící obálku budovy jsou vyhovující na doporučené hodnoty ČSN 73 0540-2:2011. Konstrukce uvnitř obálky nebyly upravovány. Součinitelé prostupu tepla jsou počítány dle tlouštěk materiálů a jejich příslušných součinitelů tepelné vodivosti.

KONSTRUKCE	U [W/m ² K]	U _{N,20} [W/m ² K]	U _{rec,20} [W/m ² K]	POSOUZENÍ
SO1 - Obvodová konstrukce tloušťky 450 mm	0,21	0,30	0,25	VYHOVUJE
SO2 - Obvodová konstrukce tloušťky 300 mm	0,22	0,30	0,25	VYHOVUJE
SN1 - Stěna mezi sousedními budovami tloušťky 450 mm (obytné místnosti)	1,18	2,70	1,80	VYHOVUJE
SN2 - Vnitřní stěna tloušťky 300 mm	1,52	2,70	1,80	VYHOVUJE
SN3 - Vnitřní stěna tloušťky 150 mm	2,13	2,70	1,80	NEVYHOVUJE
SN3 - Vnitřní stěna tloušťky 150 mm (mezi vytápěným prostorem a sklepem)	0,34	0,60	0,40	VYHOVUJE
SN4 - Vnitřní stěna tloušťky 100 mm	2,45	2,70	1,80	NEVYHOVUJE
PDL – Podlaha na terénu	0,30	0,45	0,30	VYHOVUJE
STR1 - Stropní konstrukce mezi sklepem a vytápěným prostorem	0,35	0,60	0,40	VYHOVUJE
STR3 - Dřevěná stropní konstrukce mezi vytápěným prostorem a půdou	0,18	0,30	0,20	VYHOVUJE
OZ -Okno zdvojené plastové	1,20	1,50	1,20	VYHOVUJE
DV - Dveře venkovní	1,20	1,70	1,20	VYHOVUJE
DS - Dveře ze sklepa	2,00	3,50	2,30	VYHOVUJE

3.3 Přehled tepelných ztrát budovy

Výpočet tepelných ztrát proběhl podle normy ČSN EN 12 381. Výpočet tepelných ztrát byl proveden pro místnosti v 1NP a 2 NP. V místnostech, které vykazovaly malé ztráty, nebyly instalovány otopná tělesa.

Celková tepelná ztráta:	6,78 kW
Tepelná ztráta prostupem:	3,77 kW
Tepelná ztráta infiltrací:	3,01 kW

3.4 Celkový požadovaný tepelný výkon

Potřeba tepla pro vytápění:	16 039 kWh/rok
Potřeba tepla pro přípravu teplé vody:	5 961 kWh/rok

3.5 Zdroj tepla a příprava teplé vody

Zdrojem tepla pro řešený objekt je kondenzační kotel CerapurComfort ZSBR 16-3-E s jmenovitým tepelným výkonem 15 kW. Jedná se o kotel v provedení C, kdy přívod spalovacího vzduchu i odvod spalin je řešen vyústěním potrubí nad střechu objektu. Teplotní spád potrubí je 50/40 °C. Kotel je umístěn v suterénní místnosti, jejíž podlaha je vyspádovaná a opatřena vpustí.

V objektu je navržen bivalentní zásobník SK 500-1 Solar, který bude ohříván solárními kolektory umístěnými na jižní fasádě domu. V případě potřeby bude teplá voda v zásobníku dohřívána výměníkem od kondenzačního kotle. Spodní výměník bude napojený na solární okruh. Horní výměník na kondenzační kotel. Zásobník bude umístěn v technické místnosti. Na jižní fasádě jsou umístěny 3 vakuové trubicové solární kolektory Thermomax 100 30 o celkové ploše 12,75 m². V solárním potrubí pracuje 30% roztok propylenglykolu, který se odpařuje při 140 °C a tuhne při -30 °C.

3.6 Otopná soustava

Do rodinného domu je navržena dvoutrubková otopná soustava s nuceným oběhem vody. Rozvody potrubí jsou provedeny z měděných pájených trubek, které budou

umístěny v tepelné izolaci. Tloušťka tepelné izolace u potrubí, které je vedeno v konstrukcích, je oproti vypočteným hodnotám poloviční. Dle provedených výpočtů není nutné opatřovat potrubí kompenzátozem. Rozvody v 1NP a 2NP jsou vedeny v podlaze. V technické místnosti, která je umístěna v suterénu, je potrubí vedeno pod stropem. Stoupací potrubí bude vedeno šachtou procházející koupelnou v 1NP. V objektu je řešena pouze jedna zóna. Plnění a vypuštění otopné soustavy bude prováděno vypouštěcími kohouty ve spodní části potrubí. Vypouštění otopných těles bude zajištěno přes vypouštěcí ventil v tělesech. Rozvody jsou navrženy a vyspádovány takovým způsobem, aby bylo možné soustavy odvodušňovat přes otopná tělesa.

3.7 Oběhová čerpadla

Nucený systém bude řízen oběhovými čerpadly od firmy GRUNDFOS. Tato čerpadla jsou elektronicky regulována. V objektu jsou navržena 2 oběhová čerpadla. Jedno je umístěno v otopném okruhu a druhé v solárním okruhu. Čerpadlo umístěné v solárním okruhu je součástí solární stanice.

3.8 Armatury a zařízení

Kotlový okruh

Jako pojistné a zabezpečovací zařízení je navržena tlaková expanzní nádoba s membránou Regulus HS012 o objemu 12 litrů a pojistný ventil Duco Meibes 1/2" x 3/4" s otevíracím přetlakem 300 kPa. Expanzní potrubí je napojeno na vratné potrubí.

Solární okruh

Zabezpečovací zařízení zde tvoří expanzní nádoba Regulus SL040 s objemem 40 litrů. Pojistný ventil s otevíracím přetlakem 600 kPa je součástí solární stanice. Výstup z pojistného ventilu bude odvedený do sběrné nádoby o objemu 30 litrů. Všechny tyto armatury budou umístěny v technické místnosti.

3.9 Otopná tělesa

Všechna navržená otopná tělesa jsou od firmy KORADO. V objektu budou umístěny 2 typy otopných těles. Prvním typem je RADIK VK se spodním pravým

připojením. Otopná tělesa jsou opatřena odvzdušňovací zátkou, H šroubením a termostatickou vložkou s přednastavením regulace. Stupeň regulace, který je uveden v projektové dokumentaci, bude proveden po proplachu před zahájením topné zkoušky speciálním klíčem. Druhým typem těles jsou trubková otopná tělesa KORALUX RONDO CLASSIC-M se spodním středovým připojením. Tato tělesa budou umístěna v koupelnách. Součástí jsou odvzdušňovací ventily a armatura HM, která slouží k připojení tělesa. V těle armatury je integrován ventil a regulační uzavírací šroubení. Armatura umožňuje přednastavení průtoku a tím i regulaci tepelného výkonu. Trubková otopná tělesa umístěná v koupelnách lze doplnit elektrickým topným tělesem bez integrovaného regulátoru a lze ho využít bez závislosti na provozu otopné soustavy.

3.10 Solární stanice

V technické místnosti bude umístěna solární stanice TacoSol Circ ZR HE. Solární stanice musí být instalována svisle, kvůli správné funkci odvzdušňovací jednotky.

Solární stanice obsahuje:

- oběhové čerpadlo Grundfos PM2 – 15-105/130
- uzavírací kohout s pojistným ventilem a vestavěnou zpětnou klapkou
- odlučovač vzduchu s odpouštěcím ventilem
- manometr a teploměr
- uzavírací kulový ventil s vestavěnou zpětnou klapkou a napouštěcím/vypouštěcím kohoutem
- vyvažovací ventil TacoSetter Inline 130
- připojení na expanzní nádobu

3.11 Tepelné izolace

Potrubí bude izolováno tepelnou izolací PARCO Section AluCoat T. Tloušťky izolací jsou pro 12x1 20 mm izolace, pro 15x1 30 mm izolace, pro 18x1 30 mm izolace, pro 22x1 30 mm izolace.

Pro solární okruh do venkovního prostředí je použita izolace Armaflex HT o tloušťce 30 mm. Ve vnitřní části bude potrubí opatřeno tepelnou izolací Rockwool PIPO ALS tloušťky 30 mm.

Izolace vedené v podlaze budou mít poloviční tloušťku, než je uvedeno v návrhu. Umístěním potrubí v konstrukci je snížen únik tepla, proto postačí pouze poloviční tloušťka tepelné izolace.

Izolace vyhovují vyhlášce 193/2007.

3.12 Měření a regulace

K měření teploty a tlaku budou použity teploměry a manometry osazené na potrubí v technické místnosti. V otopném systému je použit ekvitermní regulátor FW 120, který je zabudovaný v kotli. Solární kolektory jsou opatřeny teplotními čidly, která vypnou oběhové čerpadlo v případě, kdy médium v potrubí dosáhne teploty 120 °C. Uvedeno zpět do provozu je po ochladnutí na 115 °C. Další čidlo je osazeno na zásobníku. Pokud není teplota teplé vody dostatečná, pomáhá dohřívat TV plynový kotel, jehož výkon je regulován v rozmezí 3,7 – 15,9 kW.

3.13 Technická místnost

V technické místnosti, jejíž podlaha je vyspádovaná a opatřena vpustí se bude nacházet, kondenzační plynový kotel, bivalentní zásobník, expanzní nádoby, čerpadla, hydraulický vyrovnávač dynamických tlaků, solární stanice a ostatní pojišťovací a uzavírací armatury. Zařízení a armatury budou umístěny dle projektové dokumentace.

3.14 Požadavky na ostatní profese

Zdravotechnika:

Přívod vody na doplnění systému, přívod vody do zásobníku TV, zabezpečovací zatřídění na straně TV, rozvod a cirkulace TV, umístění podlahové vpusti v technické místnosti, přívod plynové přípojky ke kotli, odvod kondenzátu z kondenzačního kotle.

MaR:

Zapojení a nastavení řídicí jednotky čerpadel, zapojení a nastavení teplotních čidel teploty a tlaku, zapojení a nastavení regulace systému.

Stavba:

Připravenost skladby podlah na vedení potrubí, prostupy potrubí přes stěny a stropy, šachta pro vedení potrubí, konstrukce na umístění solárních kolektorů, po ukončení montáže topení nutné zazdít prostupy a drážky ve zdivu.

Elektroinstalace:

Ochrana solárních kolektorů proti blesku a jejich uzemnění, připojení všech potřebných zařízení v technické místnosti na elektrický proud.

3.15 Montáž zařízení

Zdroj

Instalace a uvedené zdroje do provozu musí být provedeno pouze kvalifikovanou osobou, která má dané oprávnění k činnosti odpovídajícího rozsahu. Kvalifikovaná osoba bude postupovat dle dodavatelské dokumentace o zařízení.

Otopná soustava

Montáž a uvedení otopné soustavy do provozu se řídí dle ČSN 06 0310 – Tepelné soustavy v budovách – Projektování a montáž. Montážní práce může provádět osoba s osvědčením o zácviku vystaveném gestorem použitého výrobku. Zhotovitel poté zajistí provedení tlakové a topné zkoušky.

3.16 Zkoušky zařízení

Zkoušky budou prováděny dle ČSN 06 0310. Před prvním uvedením do provozu musí být jednotlivé části propláchnuty a zbaveny nečistot. Proplachování probíhá provozem čerpadel, které pracují 24 hodin. Vyčištění a proplach je součástí montáže a jeho provedení bude uvedeno v zápise.

3.16.1 Těsnostní zkouška

Zkouška těsnosti se provede před provedením izolací, nátěrů, zazdění drážek apod. Vyzkouší se nejvyšší přetlak soustavy pro jednotlivá zařízení dle projektové

dokumentace. Teplota vody ve zkoušce nesmí přesáhnout 50 °C. Soustava se naplní vodou, odvzdušní a zkoumají se viditelné netěsnosti. Po šesti hodinách se soustava prohlédne, zda je soustava v pořádku. Netěsnosti se projeví případným poklesem hladiny v expanzní nádobě. U ostatních zařízení provádí zkoušky výrobce zařízení.

3.16.2 Provozní zkouška

3.16.2.1 Dilatační zkouška

Dilatační zkouška bude provedena před osazením tepelných izolací a zazděním drážek. Teplonosná látka se ohřeje na nejvyšší pracovní teplotu a poté se nechá vychladnout na teplotu okolního vzduchu. Takto se zkouška provede minimálně ještě jednou.

3.16.2.2 Topná zkouška

Slouží k nastavení a seřízení zařízení. U zkoušky musí být přítomna a zaškolená obsluha zařízení. Při topné zkoušce se kontroluje funkce armatur, rovnoměrné ohřívání OT, dosažení navržených hodnot v projektu (rozdíl teplot, tlak apod.), funkce regulačních a měřících zařízení funkce zabezpečovacích zařízení, nejvyšší výkon zdroje tepla, pokrytí požadovaného výkonu apod.

3.17 Bezpečnost a požární ochrana

Bezpečnost bude zajištěna technickými a organizačními opatřeními. Při vykonávání prací je nutné řídit se zákonem 309/2006 a předpisy BOZP. Při montáži je nutné dodržovat příslušné bezpečnostní předpisy, předpisy požární ochrany či bezpečnostní předpisy při manipulaci s těžkými břemeny. Zařízení budou dopravena na stavbu tak, aby nedošlo k jejich poškození nebo nebyly používány nepovolanou osobou. Je nutné používat všechny potřebné ochranné pomůcky. Teprve až po vykonání všech zkoušek, o kterých budou vedeny zápisy, může být systém uveden do provozu. Zásahy do systému může vykonávat pouze proškolená osoba.

Z hlediska požárního hlediska je nutné řešit, že potrubí bude procházet požárními zdi. Izolace okolo potrubí musí odolávat ohni alespoň stejně jako požární konstrukce. Dle ČSN 73 0833 PBS – Budovy pro bydlení a ubytování, nemusí technická místnost tvořit samostatný požární úsek.

3.18 Hospodaření s odpady

Při instalaci a provozu zařízení je nutné dbát na dodržování podmínek určených zákonem 185/2001 Sb. o odpadech.

3.19 Kvalita napouštěcí a oběhové vody

Od dodavatele bude zajištěn přívod vody, který vyhovuje kvalitě vody dle ČSN 07 7401.

ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo navrhnout optimální systém vytápění a přípravy teplé vody s využitím energie z obnovitelného zdroje. Objektem je rodinný dům, jehož konstrukce by způsobovala velké ztráty. Proto byl do práce zahrnut návrh a úprava konstrukcí obálky budovy splňující doporučené hodnoty normy ČSN 73 0540-2, čím se snížily tepelné ztráty a potřeba energie pro vytápění. Tepelná ztráta objektu po úpravě činí 6,78 kW. S průměrným součinitelem 0,29 W/m²K byla budova zařazena do kategorie B – úsporná. Klasifikační hodnocení je vypočteno dle EŠOB. V rámci využití obnovitelného zdroje energie byly na jižní fasádu objektu navrženy vakuové trubkové solární kolektory, které slouží pro přípravu teplé vody. Pokrytí ohřátí teplé vody pomocí solárních kolektorů není úplné, proto v případě nedostatku energie ze slunečního záření, bude voda v bivalentním zásobníku dohřívána výměníkem propojeným s kondenzačním kotlem. Jako obnovitelný zdroj jsem zvolil využití sluneční energie ve formě solárních termických kolektorů z hlediska úspory financí za palivo a kvůli jeho ekologické šetrnosti. V úvahu byl i návrh tepelného čerpadla, ale objekt se nachází v zastavěné oblasti se sousedstvím. Po několika letech provozu tepelné čerpadlo (např. vzduch – voda) může vytvářet velký akustický tlak a hrozila by zde možnost stížností od okolí. Tepelná čerpadla země – voda nejsou také vhodným řešením. Ve stávajícím objektu bývají volné plochy zkulturněny a zemními pracemi by došlo k jejich poničení.

Práce byla rozdělena na teoretickou část, výpočtovou část a projekt. Teoretická část je věnována typům solárních systémů, jejich funkci a jejich využití. Ve výpočtové části byla provedena analýza objektu, návrh a úprava konstrukcí, výpočet tepelných ztrát a zhotovení štítku obálky budovy. Dále byla navržena otopná tělesa a rozvody pro celou soustavu. Jako zdroj tepla byl navržen kondenzační plynový kotel včetně ostatních potřebných zařízení a řešení spalinových cest. Do výpočtu se uvažovalo i s návrhem solárních kolektorů a bivalentního zásobníku, aby byl vyhovující pro žádost o dotaci Zelená úsporám. Současně byly navrženy i ostatní zařízení nutné k provozu solární soustavy. V závěru byly vypočítány potřeby tepla na vytápění, přípravu TV a potřeba paliva. V projektu se nachází technická zpráva a výkresy pro projektovou dokumentaci.

Výsledky výpočtové části jsou zahrnuté v technické zprávě a ve výkresové dokumentaci. Při montáži se musí dodržovat bezpečnostní a montážní přepisy.

Projekt byl proveden dle platných norem a přepisů, které budou pro stavbu

závazné. Všechny změny oproti projektu budou konzultovány s projektantem. Detaily budou řešeny v průběhu stavby v rámci autorského dozoru. Dojde-li ke změnám, které se nebudou shodovat s projektovou dokumentací a nebudou odsouhlaseny zhotovitelem, bude veškerá vypracovaná projektová dokumentace neplatná.

Technické listy jednotlivých zařízení jsou uvedeny v přílohách. Zařízení mohou být zaměněna za jiná, ale pouze zařízeními, které mají stejné vlastnosti.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] MATUŠKA, Tomáš. *Solární zařízení v příkladech*. Praha: Grada, 2013. Stavitel. ISBN 978-80-247- 3525-2.
- [2] QUASCHNING, Volker. *Obnovitelné zdroje energií*. Praha: Grada, 2010. Stavitel. ISBN 978-80-247-3250-3.
- [3] SPÄTE, Frank. *Solární zařízení*. Praha: Grada, 203. Stavitel. ISBN 80-247-0362-9
- [4] MATUŠKA, Tomáš. *Solární soustavy – rozdělení podle velikosti kolektorové plochy*. TZB-info [online]. [cit. 2018-03-16]. ISSN 1801-4399. Dostupné z: <http://oze.tzb-info.cz/solarni-kolektory/146-solarni-soustavy-rozdeleni-podle-velikosti-kolektorove-plochy>
- [5] POČINKOVÁ, Marcela. *Přednášky BT056: Obnovitelné a alternativní zdroje energie*. Brno, 2012.
- [6] *URSA: Energetická náročnost budov – změna legislativy* [online]. [cit. 2018-03-11]. Dostupné z: <http://docplayer.cz/4655677-Energeticka-narocnost-budov-zmeny-legislativy.html>
- [7] HORÁK, Petr. *Přednášky BT054: Energetické hodnocení budov*. Brno, 2012.
- [8] MATUŠKA, Tomáš. *Solární soustavy – rozdělení podle měrného průtoku teplotnosné kapaliny kolektory*. TZB-info [online]. [cit. 2018-03-16]. ISSN 1801-4399. Dostupné z: <http://oze.tzb-info.cz/solarni-kolektory/147-solarni-soustavy-rozdeleni-podle-merneho-prutoku-teplonosne-kapaliny-kolektory>
- [9] *Isofen Energy* [online]. [cit. 2016-05-14]. Dostupné z: <http://www.isofenenergy.cz>
- [10] MATUŠKA, Tomáš. *Typy solárních kolektorů*. TZB-info [online]. [cit. 2018 03-16]. ISSN 1801-4399. Dostupné z: <http://oze.tzb-info.cz/solarni-kolektory/154-typy-solarnich-kolektoru>
- [11] MATUŠKA, Tomáš. *Solární ohřev bazénové vody*. TZB-info [online]. [cit. 2018-03-16]. ISSN 1801-4399. Dostupné z: <https://oze.tzb-info.cz/solarni-kolektory/139-solarni-ohrev-bazenove-vody>

- [12] MATUŠKA, Tomáš. *Solární příprava teplé vody*. *TZB-info* [online]. [cit. 2018-03-16]. ISSN 1801-4399. Dostupné z: <https://oze.tzb-info.cz/solarni-kolektory/140-solarni-priprava-teple-vody>
- [13] MATUŠKA, Tomáš. *Solární vytápění*. *TZB-info* [online]. [cit. 2018-03-16]. ISSN 1801-4399. Dostupné z: <https://oze.tzb-info.cz/solarni-kolektory/142-solarni-vytapeni>
- [14] MATUŠKA, Tomáš. *Problematika stagnace u solárních soustav (I)*. *TZB-info* [online]. [cit. 2018-03-16]. ISSN 1801-4399. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/3462-problematika-stagnace-u-solarnich-tepelnych-soustav-i>
- [15] MATUŠKA, Tomáš. *Problematika stagnace u solárních soustav (II)*. *TZB-info* [online]. [cit. 2018-03-16]. ISSN 1801-4399. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/3474-problematika-stagnace-u-solarnich-tepelnych-soustav-ii>
- [16] MATUŠKA, Tomáš. *Normy v solární technice*. *TZB-info* [online]. [cit. 2018 03-16]. ISSN 1801-4399. Dostupné z: <https://oze.tzb-info.cz/solarni-kolektory/128-normy-v-solarni-tepelne-technice>
- [17] *Nová zelená úsporám* [online] [cit. 2018-04-10] Dostupné z: <http://www.novazelenausporam.cz/>
- [18] *KORADO* [online] [cit. 2018-04-10] Dostupné z: <https://www.korado.cz/>
- [19] *Junkers – kondenzační kotel, solární zásobník* [online] [cit. 2018-04-10] Dostupné z: <http://www.junkers.cz/>
- [20] *Grundfos – oběhová čerpadla* [online] [cit. 2018-04-10] Dostupné z: <https://cz.grundfos.com/>
- [21] *Kompenzace délkových změn potrubí* [online] [cit. 2018-04-10] Dostupné z: <http://docplayer.cz/8392671-Kompenzace-delkovych-zmen-potrub.html>
- [22] *Taconova – solární stanice* [online] [cit. 2018-04-10] Dostupné z: <http://www.taconova.com/cz/produkty/>
- [23] *Isool – izolace potrubí* [online] [cit. 2018-04-10] Dostupné z: <https://isool.cz/>
- [24] *Regulus – expanzní nádoby* [online] [cit. 2018-04-10] Dostupné z: <https://www.regulus.cz/>

- [25] *Varisol – solární kolektory DF 100 30* [online] [cit. 2018-04-10] Dostupné z: <http://www.varisol.cz/>
- [26] *Paroc -izolace Paroc section Alucoat* [online] [cit. 2018-04-16] Dostupné z: <http://www.paroc.cz/>
- [27] *Meibes – pojistný ventil* [online] [cit. 2018-04-10] Dostupné z: <http://www.meibes.cz/>
- [28] *Rockwool – tepelná izolace potrubí* [online] [cit. 2018-04-10] Dostupné z: <http://www.rockwool.cz/produkty/tzb/>
- [29] *ETL – HVDT* [online] [cit. 2018-04-10] Dostupné z: <http://www.etl.cz/>
- [30] *TZB-info: Tabulky a výpočty* [online] [cit. 2018-04-10] Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty>
- [31] *IVARCS* [online] [cit. 2018-04-10] Dostupné z: <https://www.ivarcs.cz/>
- [32] *REXLEX* [online] [cit. 2018-04-10] Dostupné z: <http://www.reflexcz.cz/>

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

A	Plocha [m ²]
NP	Nadzemní podlaží
OT	Otopné těleso
α_i	Součinitel přestupu tepla na vnitřní straně [W/m ² k]
α_e	Součinitel přestupu tepla na vnější straně [W/m ² k]
R_{si}	Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně [m ² K/W]
R_{se}	Odpor při přestupu tepla na vnější straně [m ² K/W]
R_T	Celkový odpor konstrukce při prostupu tepla [m ² K/W]
d	Tloušťka konstrukce [m]
λ	Součinitel tepelné vodivosti [W/mK]
U	Součinitel prostupu tepla [W/m ² K]
$U_{N,20}$	Požadovaný součinitel prostupu tepla [W/m ² K]
$U_{rec,20}$	Doporučený součinitel prostupu tepla [W/m ² K]
ΔU	Tepelné vazby [W/m ² K]
$\theta_{int,i}$	Výpočtová vnitřní teplota [°C]
t_i	Výpočtová vnitřní teplota [°C]
θ_e	Výpočtová venkovní teplota [°C]
Č.k	Označení konstrukce
e_k	Korekční součinitel
b_u	Součinitel redukce teploty
f_{ij}	Součinitel redukce teploty, zahrnuje rozdíl mezi teplotou přilehlého prostoru a venkovní výpočtovou teplotou
$U_{equiv,k}$	Ekvivalentní součinitel prostupu tepla konstrukce v kontaktu se zeminou [W/m ² K]
f_{g1}	Opravný součinitel, uvažující vliv roční změny v průběhu venkovní teploty
f_{g2}	Opravný teplotní součinitel, zahrnující rozdíl mezi roční průměrnou venkovní teplotou a výpočtovou venkovní teplotou
G_w	Opravný součinitel na vliv spodní vody
n	Násobnost výměny vzduchu [h ⁻¹]
n_{50}	Hodnota intenzity výměny vzduchu při rozdílu 50 Pa zjištěna měřením

e_i	Stínící součinitel
ε_i	Korekční součinitel na výšku úrovně od terénu
$V_{\min,i}$	Nejmenší požadované množství množství vzduchu z hygienických důvodů [m^3/h]
$V_{\text{inf},i}$	Množství vzduchu, které projde do budovy díky infiltraci pláště [m^3/h]
$H_{T,ie}$	Celková měrná ztráta přímo do venkovního prostředí [W/K]
$H_{T,iue}$	Celková měrná ztráta přes nevytápěný prostor [W/K]
$H_{T,ij}$	Celková měrná ztráta z/do prostoru s odlišnou teplotou [W/K]
$H_{T,i}$	Celková měrná ztráta prostupem [W/K]
$\Phi_{T,i}$	Návrhová ztráta prostupem [W]
$\Phi_{V,i}$	Návrhová tepelná ztráta větráním [W]
$\Phi_{HL,i}$	Celkový návrhový tepelný výkon pro místnost [W]
V	Objem [m^3]
b	Redukční činitel
H_T	Měrná ztráta prostupem tepla [W/K]
U_{em}	Průměrný součinitel prostupu tepla [$\text{W/m}^2\text{K}$]
$U_{\text{em,Nrc}}$	Doporučený součinitel prostupu tepla [$\text{W/m}^2\text{K}$]
$U_{\text{em,Nrq}}$	Požadovaný součinitel prostupu tepla [$\text{W/m}^2\text{K}$]
z_1	Součinitel na úpravu okolí [-]
z_2	Součinitel na počet článků otopného tělesa [-]
z_3	Součinitel na umístění tělesa v místnosti [-]
$Q_{t,\text{skut}}$	Skutečný výkon otopného tělesa [W]
M	Hmotnostní průtok [kg/h] [l/h]
l	délka úseku [m]
DN	Jmenovitý průměr potrubí [mm]
d_{xt}	Vnější průměr x tloušťka stěny [mm]
R	Tlaková ztráta třením [Pa/m]
W	Rychlost proudění [m/s]
ξ	Součinitel vřazených odporů
Z	Tlaková ztráta vřazenými odpory [Pa]
Δp_{RV}	Tlaková ztráta regulačního ventilu [Pa]

Δp_{DIS}	Dispoziční tlak [Pa]
Ozn.	Označení
Δt	Rozdíl teplot [°C]
T_1	Horní teplota teplotního spádu [°C]
T_2	Spodní teplota teplotního spádu [°C]
c	Měrná tepelná kapacita [J/kg.K]
A_t	Teplosměnná plocha [m ²]
t_1	Teplota teplé vody [°C]
t_2	Teplota studené vody [°C]
V'	Objemový průtok [l/h.m ²]
A_c	Celková plocha apertury [m ²]
TV	Teplá voda
ρ	Hustota [kg/m ³]
h_s	Výška sloupce teplotnosné látky [m]
p_d	Minimální tlak v nejvyšším místě soustavy [kPa]
$p_{\check{c}}$	Tlak čerpadla [kPa]
V_s	Objem teplotnosné kapaliny za studeného stavu [l]
V_K	Objem vody v kolektorech [l]
β	Součinitel objemové roztažnosti
Q_P	Jmenovitý tepelný výkon kotle [kW]
f	Solární podíl [%]
$q_{ss,u}$	Měrný využitelný zisk [kWh/m ² .rok]
$Q_{ss,u}$	Vypočtený celkový využitelný zisk solární soustavy [kWh/rok]

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. č. 1 - Roční úhrn globálního slunečního záření v ČR [W/m ²] [9].....	4
Obr. č. 2 - Přímé vs. difuzní záření v podmínkách ČR [9].....	5
Obr. č. 3 - Roční úhrny energie slunečního záření v závislosti na orientaci a sklonu plochy [1]	6
Obr. č. 4 - Pochody ve slunečním kolektoru [3]	7
Obr. č. 5 - Schéma solární soustavy pro ohřev bazénové vody (v obtoku filtrace) [11]	8
Obr. č. 6 - Solární příprava teplé vody [12]	10
Obr. č. 7 - Schéma solární kombinované soustavy s centrálním zásobníkem tepla [13]	11
Obr. č. 8 - Kolektory s dobrou (nahore) a špatnou (dole) vyprazdňovací schopností z hlediska tvorby páry při stagnaci [15]	12
Obr. č. 9 - Umístění klapky v solární soustavě [15].....	13
Obr. č. 10 - Rozdělení solárních kolektorů [10].....	15
Obr. č. 11 - Bazénové absorbery jako rohože z materiálu odolného vůči UV záření [10].....	15
Obr. č. 12 - Plochy selektivní kolektor [10].....	16
Obr. č. 13 - Konstrukce plochého atmosférického a plochého vakuového kolektoru [10]	17
Obr. č. 14 - Trubky jednostěnných vakuových kolektorů: s přímo protékaným koncentrickým potrubím (vlevo), s tepelnou trubici (vpravo) [10].....	17
Obr. č. 15 - Trubkový dvojitěnný vakuový kolektor na bázi Sydney trubek s teplosměnnou lamelou [10]	18
Obr. č. 16 - Koncentrační solární kolektory pro aplikace na budovách: trubkový Sydney kolektor s reflektorem (vlevo), solární kolektor s lineární Fresnelovou čočkou (vpravo) [10]	18
Obr. č. 17 - Řešení spalinových cest [19]	51
Obr. č. 18 - Bilance solární soustavy [17].....	55
Obr. č. 19 - U kompenzátor [21].....	60
Obr. č. 20 - Oběhové čerpadlo otopné soustavy [20].....	61
Obr. č. 21 - Oběhové čerpadlo solárního okruhu [22]	62
Obr. č. 22 - Výpočet pojistného ventilu [30]	65
Obr. č. 23 - Tepelná izolace potrubí 12x1 Cu [30]	68
Obr. č. 24 - Tepelná izolace potrubí 15x1 Cu [30]	69
Obr. č. 25 - Tepelná izolace potrubí 18x1 [30].....	70
Obr. č. 26 - Tepelná izolace potrubí 22x1 Cu [30]	71
Obr. č. 27 - Tepelná izolace potrubí 22x1 Cu (okolní teplota 0 °C) [30].....	72
Obr. č. 28 - Výpočet potřeby energie pro vytápění a ohřev teplé vody [30].....	73

SEZNAM PŘÍLOH






Výkresová dokumentace

Výkres č. 1 – Půdorys 1PP	M 1:50
Výkres č. 2 – Půdorys 1NP	M 1:50
Výkres č. 3 – Půdorys 2NP	M 1:50
Výkres č. 4 – Schéma úseků	M 1:50
Výkres č. 5 – Schéma zapojení otopných těles	M 1:50
Výkres č. 6 – Půdorys technické místnosti	M 1:50
Výkres č. 7 – Pohled na jižní fasádu	M 1:50
Výkres č. 8 – Schéma zapojení zdroje tepla	M –
Výkres č.9 – Schéma regulace	M –

Technické listy

Příloha č. 1 - Kondenzační kotel CerapurComfort ZSBR 16–3-E	96
Příloha č. 2 - Vakuový trubicový solární kolektor Thermomax DF 100 30.....	97
Příloha č. 3 - Solární zásobník SK 500-1 Solar	98
Příloha č. 4 - Oběhové čerpadlo otopného okruhu ALPHA2 25-40 130	99
Příloha č. 5 - Solární stanice TACOSOL CIRC ZR HE	100
Příloha č. 6 - Expanzní nádoba Regulus HS012	101
Příloha č. 7 - Expanzní nádoba Regulus SL040.....	102
Příloha č. 8 - Nádoba vyrovnávací ETL HVDT 2	103
Příloha č. 9 - Pojistný ventil pro topný okruh	104
Příloha č. 10 - Desková otopná tělesa RADIK VK.....	105
Příloha č. 11 - Trubková otopná tělesa KORALUX KRCM	107
Příloha č. 12 - Závitový filtr nerez BRA.10 000.....	109
Příloha č. 13 - Zpětná klapka závitová nerez, série Y6	110
Příloha č. 14 - HT/ARMAFLEX - tepelná izolace solárního okruhu v exteriéru	111
Příloha č. 15 - Tepelná izolace ROCKWOOL PIPO ALS.....	111
Příloha č. 16 - Tepelná izolace PAROC Hvac Section AluCoat T	112

Příloha č. 1 - Kondenzační kotel CerapurComfort ZSBR 16-3-E

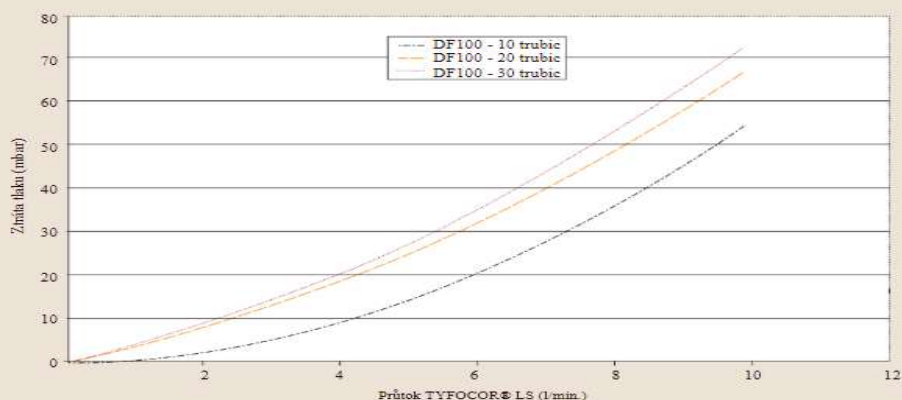
Typy kotlů	Jednotky	CerapurComfort			
		ZSBR 16-3 E	ZSBR 28-3 E	ZWBR 30-3 E	ZBR 42-3 A
Třída energetické účinnosti				 	
Jmenovitý tepelný výkon	kW	15	26	29	39
Deklarovaný zátěžový profil		-	-	XL	-
Pracovní rozsah plynulé regulace 40/30 °C	kW	3,7 - 15,9	7,1 - 27,7	7,1 - 30,9	10,2 - 40,8
Pracovní rozsah plynulé regulace 80/60 °C	kW	3,3 - 14,6	6,4 - 26,1	6,4 - 29,4	9,5 - 39,5
Tepelný příkon	kW	3,4 - 15,1	6,5 - 26,6	6,5 - 30	9,5 - 40
Normovaný stupeň využití až	%	109			
Spotřeba plynu při jmen. výkonu – zemní plyn	m³/h	1,6	2,8	3,2	4,2
Maximální průtočné množství TV při 40 °C	l/min	-	-	14,2	-
Minimální potřebný tlak vody – TV	bar	-	-	0,3	-
Nastavitelný rozsah teploty TV	°C	-	-	40 - 60	-
Max. provozní tlak otopné vody	bar	3			
Celkový objem expanzní nádoby	l	12	12	12	-
Teplota spalin při tep. spádu 40/30 °C max./min. výkon	°C	49/32	51/32	51/35	65/32
Teplota spalin při tep. spádu 80/60 °C max./min. výkon	°C	69/58	62/55	69/55	87/60
Max. množství kondenzační vody	l/h	1,2	2,2	2,2	3,5
Třída NO _x		5			
Elektrický příkon max.	W	105	119	123	92
Elektrické napětí/frekvence	V/Hz	230/50			
Rozměry (v/š/h)	mm	850/440/35	850/440/350	850/440/350	850/440/350
Celková hmotnost bez obalu	kg	50	50	50,5	40

Příloha č. 2 - Vakuový trubicový solární kolektor Thermomax DF 100 30

		HP200/250			DF100		3 m ²	Varisol DF
		1 m ²	2 m ²	3 m ²	1 m ²	2 m ²		0,14 m ² × počet trubic
Počet trubic	[ks]	10	20	30	10	20	30	1 – 150
Celková plocha kolektoru	[m ²]	1,420	2,840	4,260	1,420	2,830	4,250	0,14 × počet trubic
Plocha apertury	[m ²]	1,070	2,160	3,230	1,070	2,150	3,230	0,105 × počet trubic
Plocha absorberu	[m ²]	1,007	2,010	3,021	1,002	2,004	3,020	0,101 × počet trubic
Rozměry	[mm]	2005 × 709 × 97	2005 × 1418 × 97	2005 × 2127 × 97	1996 × 709 × 97	1996 × 1418 × 97	1996 × 2127 × 97	1950 × 70,9 × 79,9
Objem kapaliny	[l]	0,6	1,1	1,7	1,8	3,6	5,6	0,19 × počet trubic
Připojovací rozměr	[mm]/materiál	22/Cu	22/Cu	22/Cu	22/Cu	22/Cu	22/Cu	22/Cu
Hmotnost	[kg]	25	50,3	75,1	25	54,8	81,4	2,2 × počet trubic
Doporučený sklon	[°]	20 – 70	20 – 70	20 – 70	2 – 90	2 – 90	2 – 90	2 – 90
Hodnoty vztahované k apertuře								
Účinnost		0,726/0,761	0,726/0,761	0,726/0,761	0,773	0,773	0,773	0,783
a ₁	[W/m ² K]	1,55/1,36	1,55/1,36	1,55/1,36	1,430	1,430	1,430	1,061
a ₂	[W/m ² K ²]	0,006/0,0074	0,006/0,0074	0,006/0,0074	0,006	0,006	0,006	0,023
Provozní data								
Objemový průtok								
Doporučený	[l/hod]	80	160	240	80	160	240	6 × počet trubic
Minimální	[l/hod]	60	120	180	60	120	180	6 × počet trubic
Maximální	[l/hod]	150	300	480	150	300	480	15 × počet trubic
Doporučený prac. tlak	[MPa]	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Maximální pracovní tlak	[MPa]	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Stagnační teplota	[°C]	184/217	184/217	184/217	286	286	286	240
Omezovač teploty	[°C]	95/130	95/130	95/130	-	-	-	-
Teplonosné médium		Voda/Glykol	Voda/Glykol	Voda/Glykol	Voda/Glykol	Voda/Glykol	Voda/Glykol	Voda/Glykol
Absorptivita	[%]	95	95	95	95	95	95	95
Emisivita	[%]	5	5	5	5	5	5	5

* Optická účinnost α_n související s aperturou

Graf tlakové ztráty kolektorů DF100



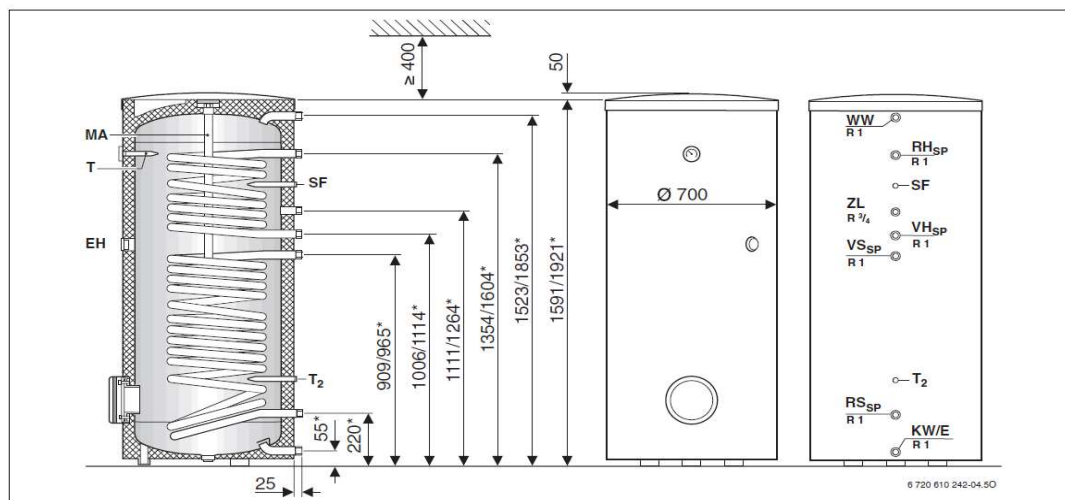
Příloha č. 3 - Solární zásobník SK 500-1 Solar

Technické údaje

Typ zásobníku		SK 300-1 Solar	SK 400-1 Solar	SK 500-1 Solar
Horní spirála - dohřev topným kotlem:				
Přenos tepla	–	Topná spirála	Topná spirála	Topná spirála
Počet závitů	–	7	7	9
Užitný obsah:				
- celkem	l	286	364	449
- bez solárního vytápění	l	132	150	184
Objem otopné vody	l	5	6,5	8,5
Otopná (výhřevná) plocha	m ²	0,8	1	1,3
Max. výkon výhřevné plochy při:				
- $t_v = 90\text{ °C}$ a $t_{sp} = 45\text{ °C}$ dle DIN 4708	kW	30,6	36,8	46,0
- $t_v = 85\text{ °C}$ a $t_{sp} = 60\text{ °C}$	kW	21	25,5	32
Max. trvalý výkon při:				
- $t_v = 90\text{ °C}$ a $t_{sp} = 45\text{ °C}$ dle DIN 4708	l/h	757	891	1127
- $t_v = 85\text{ °C}$ a $t_{sp} = 60\text{ °C}$	l/h	514	624	784
Množství oběhové vody	l/h	1300	1300	1300
Index výkonu ¹⁾ dle DIN 4708 při $t_v = 90\text{ °C}$ (max. topný výkon)	NL			
Min. doba ohřevu z $t_k = 10\text{ °C}$ na $t_{sp} = 60\text{ °C}$		1,6	2,5	4,4
$t_v = 85\text{ °C}$ při topném výkonu:				
- 24 kW	Min.	20	22	27
- 18 kW	Min.	26	29	36
Spodní spirála - solární okruh:				
Přenos tepla	–	Topná spirála	Topná spirála	Topná spirála
Počet závitů	–	13	13	14
Užitečný objem	l	286	364	449
Objem teplotnosné směsi	l	10,4	12,2	13,0
Otopná (výhřevná) plocha	m ²	1,45	1,75	1,9
Max. výkon výhřevné plochy při:				
$t_v = 90\text{ °C}$ a $t_{sp} = 45\text{ °C}$	kW	52,6	60,1	65,0
Max. trvalý výkon při:				
$t_v = 90\text{ °C}$ a $t_{sp} = 45\text{ °C}$	l/h	1299	1485	1605
Množství oběhové směsi	l/h	1300	1300	1300
Další údaje:				
Využitelné množství teplé vody bez solárního vytápění- resp. solárního dohřevu ²⁾ $t_{sp} = 60\text{ °C}$ a				
- $t_z = 45\text{ °C}$	l	145	164	202
- $t_z = 40\text{ °C}$	l	168	192	235
Pohotovostní spotřeba energie (24h)	kWh/d	2,2	2,6	3,0
Max. provozní tlak vody	bar	10	10	10
Max. provozní tlak topení	bar	10	10	10
Vlastní hmotnost bez obalu	kg	130	185	205
Barva	–	bílá/šedá	bílá/šedá	bílá/šedá


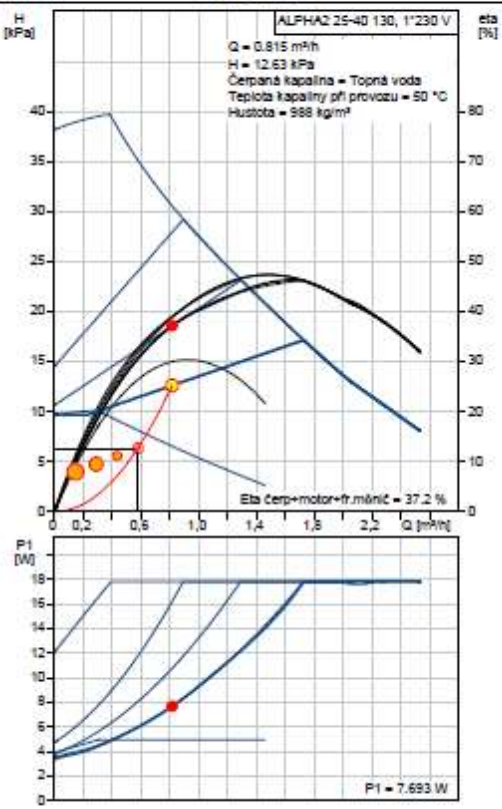
Tab. 27 Technická data solárních zásobníků

SK 400-1 solar a SK 500-1 solar

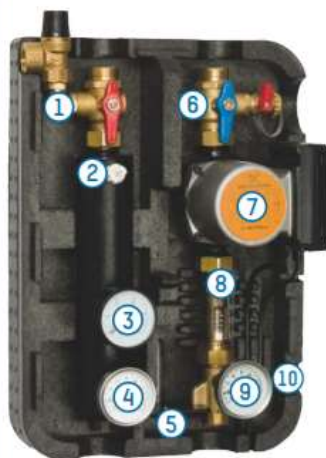


Obr. 2 Údaje o rozměrech za lomítkem se vztahují k nejbližší vyšší verzi zásobníku.

Příloha č. 4 - Oběhové čerpadlo otopného okruhu ALPHA2 25-40 130

		Název společnosti: Vypracováno kým: Telefon:	
		Datum: 26.03.2018	
Popis	Hodnota		
Všeobecná informace:			
Název výrobku:	ALPHA2 25-40 130		
Číslo výrobku:	97993195		
EAN kód:	5710827540340		
Cena:	264,00 EUR €		
Techn.:			
Skutečná vypočítaná hodnota průtoku:	0.815 m³/h		
Výsledná dopravní výška čerpadla:	12.63 kPa		
Max. dopravní výška:	40 dm		
Teplotní třída TF:	110		
Schvál. značky na typovém štítku:	VDE,GS,CE,EAC		
Model:	D		
Materiály:			
Těleso čerpadla:	Litina		
	EN-GJL-150		
	ASTM A48-150B		
Oběžné kolo:	PES 30%GF		
Instalace:			
Rozsah okolní teploty:	0 .. 40 °C		
Max. provozní tlak:	10 bar		
Potrubní přípojka:	G 1 1/2		
PN pro potrubní přípojku:	PN 10		
Vzdálenost mezi sacím a výtlačným hrdlem:	130 mm		
Kapalina:			
Čerpaná kapalina:	Topná voda		
Rozsah teploty kapaliny:	2 .. 110 °C		
Liquid temperature during operation:	50 °C		
Hustota:	988 kg/m³		
Kinematická viskozita:	1 mm²/s		
Elektrické údaje:			
Příkon - P1:	3 .. 18 W		
Frekvence el. sítě:	50 Hz		
Jmenovité napětí:	1 x 230 V		
Max. spotřeba el. proudu:	0.04 .. 0.18 A		
Krytí (IEC 34-5):	X4D		
Třída izolace (IEC 85):	F		
Motorová ochrana:	Žádný		
Teplotní ochrana:	ELEC		
Řídící jednotky:			
Automat. noční reduk. provoz:	Včetně automat. nočního reduk. provozu		
Poloha svorkovnice:	6H		
Jiné:			
Energet. účinnost (EEI):	0.15		
Čistá hmotnost:	1.86 kg		
Hrubá hmotnost:	2.02 kg		
Přepravní objem:	0.004 m³		
Danish VVS No.:	380471040		
Swedish RSK No.:	5731804		
Finnish:	LVI NO 4615246		
Norwegian NRF no.:	NRF NO 9042038		

Příloha č. 5 - Solární stanice TACOSOL CIRC ZR HE



1 Uzavírací kulový kohout s pojistným ventilem a vestavěnou zpětnou klapkou

- vestavěná zpětná klapka a gravitační brzda
- možnost zaplombování na ochranu proti neúmyslnému uzavření rukojetí
- funkce pojistného ventilu v každé pozici kulového kohoutu dle bezpečnostně-technických norem zajištěno

2 Odlučovač vzduchu s odpouštěcím ventilem

- stálé odlučování vzduchu
- množství akumulovaného vzduchu 2,5 dl
- vestavěný manuální odvzdušňovač pro odvzdušňování a kontrolu

těsnosti soustavy

3 Manometr

- rozsah 0-10 bar

4 Teploměr

- rozsah 0 - 160 °C
- norné čidlo vestavěno do ochranné trubice

5 Montážní konzole na zeď

6 Uzavírací kulový ventil s vestavěnou zpětnou klapkou a napouštěcím / vypouštěcím kohoutem

- multifunkční armatura pro napouštění, vypouštění a uzavření okruhu kolektorů
- vnější závit 6 3/4" pro připojení hadice
- možnost zaplombování na ochranu proti neúmyslnému uzavření

7 Oběhové čerpadlo solární provedení

- Grundfos PM 2 15-105/130

8 Vyvažovací ventil TacoSetter Inline 130

- Průhledové sklo se stupnicí pro viskozitu média 2,3 mm²/s
- rozsah nastavení dle provedení 1.5-6 l/min | 4-16 l/min | 8 - 28 l/min
- integrovaná uzavírací funkce
- hydraulické vyvažování čerpadlové skupiny bez korekčních křivek a měřících přístrojů
- kontrola funkčnosti zařízení na průhledové trubici

9 Teploměr

- rozsah 0 - 160 °C
- norné čidlo vestavěno ochranné trubice

10 Připojení na expanzní nádobu

- 6 3/4"

Izolace a příslušenství pro montáž

- 2 vruty do dřeva šestihran 8 x 50 mm
- 2 podložky
- 2 hmoždinky 10 x 50 mm
- montážní návod
- návod k obsluze a bezpečnostní instrukce

EXPANZNÍ NÁDOBY PRO OTOPNÉ SYSTÉMY



Expanzní nádoby AQUAFILL HS



Expanzní nádoby řady HS jsou určeny k provozu v otopných systémech nebo v uzavřených chladicích okruzích a umožňují absorbovat změny objemu, způsobené změnou teploty topné kapaliny.

Nádoby jsou vyrobeny z vysoce kvalitní oceli a jsou opatřeny antikorozi povrchovou úpravou. V nádobě je nepropustná, velmi elastická membrána odolná vůči vysokým teplotám. U nádob s objemem od 50 l je membrána vyměnitelná.

Technické údaje

MATERIÁL NÁDOBY	ocel
MATERIÁL MEMBRÁNY	EPDM
MATERIÁL PŘÍRUBY	ocel s povrchovou úpravou
PŘEDNASTAVENÝ TLAK	1,5 bar
PROVOZNÍ TEPLOTA	-10 až 99 °C

Správnou velikost expanzní nádoby musí stanovit projektant. Pro výpočet velikosti expanzní nádoby pro otopné systémy je nutné znát vodní objem celé otopné soustavy (kotel, potrubí, otopná tělesa...), její maximální provozní teplotu a tlak, převýšení nejvyššího bodu otopné soustavy nad expanzní nádobou a minimální požadovaný tlak v kotelně.

Rozměry a typy



ZÁVĚSNÉ PŘÍPOJENÍ		HS005	HS008	HS012	HS018	HS025	HS040
OBJEM	l	5	8	12	18	25	40
PRŮMĚR	mm	160	200	270	270	290	320
VÝŠKA	mm	325	330	310	425	468	580
PŘÍPOJENÍ	--	3/4" M	3/4" M	3/4" M	3/4" M	3/4" M	3/4" M
MAX.PRACOVNÍ TLAK	bar	6	6	6	6	6	6
OBJEDNACÍ KÓD	--	13731	13732	13734	13735	13736	13737

PROVEDENÍ NA NOHÁCH S VYMĚNNÝM VAKEM*

		HS 035	HS 050	HS 060	HS 080	HS 100	HS 150	HS 200	HS 250	HS 300	HS 400	HS 500	HS 600	HS 700
OBJEM	l	35	50	60	80	100	150	200	250	300	400	500	600	700
PRŮMĚR	mm	320	380	380	450	450	554	554	624	630	624	775	775	775
VÝŠKA	mm	525	620	670	662	730	807	988	1006	1160	1520	1250	1525	1635
PŘÍPOJENÍ	--	3/4" M	3/4" M	1" M	1" M	1" M	6/4" M	6/4" M	6/4" M	6/4" M	6/4" M	6/4" M	6/4" M	6/4" M
MAX.PRACOVNÍ TLAK	bar	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
OBJEDNACÍ KÓD	--	13738	13739	13740	13741	13742	13743	13744	13745	13746	13747	13748	13749	13750

* Expanzní nádoba HS035 nemá vyměnný vak.

EXPANZNÍ NÁDOBY PRO SOLÁRNÍ SYSTÉMY



Expanzní nádoby AQUAFILL SL



Expanzní nádoby řady SL jsou určeny k provozu v solárních systémech.

Nádoby jsou vyrobeny z vysoce kvalitní oceli a jsou opatřeny antikorozi povrchovou úpravou. V nádobě je nepropustná, velmi elastická membrána odolná vůči vysokým teplotám. U nádob s objemem od 50 l je membrána vyměnitelná.

Technické údaje

MATERIÁL NÁDOBY	ocel
MATERIÁL MEMBRÁNY	butyl
MATERIÁL PŘÍRUBY	nerezová ocel
PŘEDNASTAVENÝ TLAK	2,5 bar
PROVOZNÍ TEPLOTA	-10 až 130 °C

Správnou velikost expanzní nádoby musí stanovit projektant. Expanzní nádoba musí být dimenzována na teplotní rozdíl daný minimální teplotou v zimním období a maximální teplotou v letním období a musí být schopna pojmout objem kapaliny všech kolektorů v případě stagnace (maximální teplota kolektoru při zastaveném průtoku a velké intenzitě slunečního záření).

Rozměry a typy



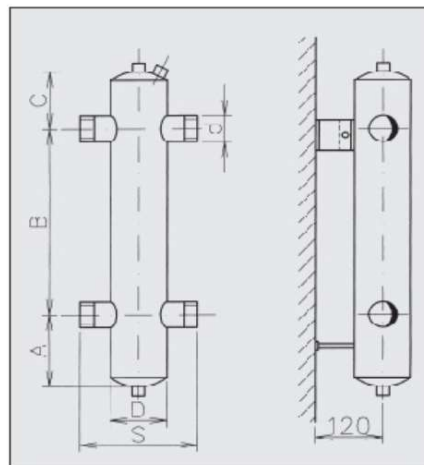
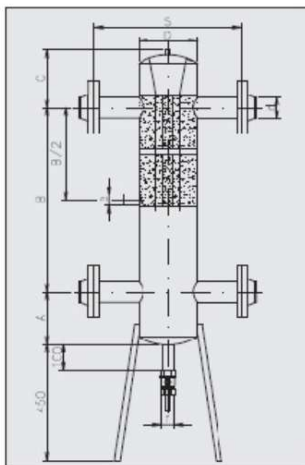
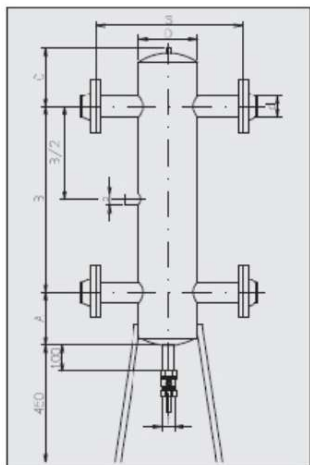
ZÁVĚSNÉ PROVEDENÍ		SL012	SL018	SL025	SL040
OBJEM	l	12	18	25	40
PRŮMĚR	mm	270	270	290	320
VÝŠKA	mm	310	425	468	570
PŘÍPOJENÍ	–	3/4" M	3/4" M	3/4" M	3/4" M
MAX.PRACOVNÍ TLAK	bar	8	8	8	8
OBJEDNACÍ KÓD	–	13720	13721	13722	13723



PROVEDENÍ NA NOHÁCH S VYMĚNNÝM VAKEM		SL050	SL080	SL100	SL150	SL200	SL300	SL500
OBJEM	l	50	80	100	150	200	300	500
PRŮMĚR	mm	320	450	750	554	554	624	780
VÝŠKA	mm	620	662	732	807	988	1160	1250
PŘÍPOJENÍ	–	3/4" M	3/4" M	1" M	6/4" M	6/4" M	6/4" M	6/4" M
MAX.PRACOVNÍ TLAK	bar	10	10	10	10	10	10	8
OBJEDNACÍ KÓD	–	13724	13725	13726	13727	13728	13729	13730

Příloha č. 8 - Nádobu vyrovnávací ETL HVDT 2

TYP HVDT	MAX. PRŮTOK (m³/hod)	A (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mm)	L (mm)	S (mm)	d (mm)	e (mm)	f
24B	1,8	100	300	65	89	485	169	5/4"	-	-
63B	2,5	110	380	80	108	600	208	6/4"	-	-
1B	4,0	110	400	100	108	600	208	2"	-	-
I	4,0	100	400	100	108	1050	400	57	1"	5/4"
II	8,0	150	500	100	159	1200	400	76	1"	5/4"
III	12,0	200	700	200	219	1550	500	89	1"	5/4"
IV	20,0	200	700	200	219	1550	500	108	5/4"	5/4"
V	30,0	250	900	200	273	1800	560	133	6/4"	6/4"
VI	50,0	300	1000	200	324	1950	620	159	6/4"	6/4"
VIa	80,0	400	1300	250	424	2400	750	219	2"	6/4"
VII	100,0	450	1500	250	508	2650	800	219	2 1/2"	6/4"



Příloha č. 9 - Pojistný ventil pro topný okruh

Pojistné ventily pro systémy vytápění a TV

Závitové 1/2" – 2"; 0,5 – 10 barů; přírubové DN 32 - 65; 1 - 10 barů

- Pojistné ventily mají přidavnou pojistnou krytku. Ta zamezuje manipulaci nepovolaným osobám a poškození
- Veškeré díly přicházející do styku s vodou a díly pod tlakem jsou z mosazi nebo šedé litiny
- Těsnění sedla ventilu je ze silikonové pryže, a proto není ani při velmi vysokých teplotách vystaveno riziku přilepení na sedlo
- Oddělovací membrána je vyrobena z EPDM
- Pojistné ventily mají deklarovanou konformitu dle direktiv EU
- Pro systémy vytápění dle ČSN EN ISO 4126
- Pro systémy teplé vody dle ČSN EN 1491



Tabulka technických údajů

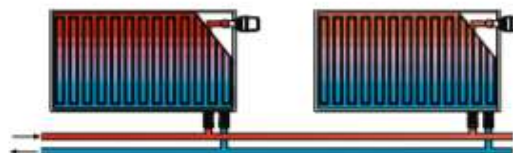
Typové označení	Jmenovitá světlost DN [mm]	Nejmenší průtočný průřez [mm ²]	Zaručený výtokový součinitel α_v [-]	Otevírací tlak p_a [kPa] Při p_a do 300 kPa tolerance ± 10 % Při p_a nad 300 kPa tolerance ± 30 kPa
Pro topení:				
1/2" × 1/2"	15	177	0,540	200; 250; 300; 600; 800
1/2" × 3/4"	15	177	0,540	150; 180; 200; 250; 300; 350; 400; 450; 500; 550; 600; 700; 800; 900; 1000
3/4" × 3/4"	20	177	0,580	200; 250; 300; 600; 800
3/4" × 1"	20	177	0,580	100; 150; 180; 200; 250; 300; 350; 400; 450; 500; 550; 600; 700; 800; 900; 1000
1" × 1 1/4"	25	380	0,684	50; 100; 150; 180; 200; 250; 300; 350; 400; 450; 500; 550; 600; 700; 800; 900; 1000
1 1/4" × 1 1/2"	32	804	0,693	100; 150; 200; 250; 300; 350; 400; 450; 500; 550; 600; 700; 800; 900; 1000
1 1/2" × 2"	40	1017	0,549	50; 100; 150; 200; 250; 300; 350; 400; 450; 500; 550; 600; 700; 800; 900; 1000
2" × 2 1/2"	50	1589	0,576	50; 100; 150; 200; 250; 300; 350; 400; 450; 500; 550; 600; 700; 800; 900; 1000
1/2" × 3/4" M	15	177	0,540	250
F 32 × 40	32	804	0,650	100; 150; 200; 250; 300; 350; 400; 450; 500; 600; 700; 800; 900; 1000
F 40 × 50	40	1017	0,660	100; 150; 200; 250; 300; 350; 400; 450; 500; 600; 700; 800; 900; 1000
F 50 × 65	50	1520	0,660	100; 150; 200; 250; 300; 350; 400; 450; 500; 600; 700; 800; 900; 1000
F 65 × 80	65	2042	0,610	100; 150; 200; 250; 300; 350; 400; 450; 500; 600; 700; 800; 900; 1000

VŠEOBECNÉ ÚDAJE - VENTIL KOMPAKT

Dvoutrubková otopná soustava

Při použití deskových otopných těles v provedení VENTIL KOMPAKT je nezbytné, aby pro jejich správnou funkci byl stupeň nastavení ventilu stanoven výpočtem a byl uveden v projektové dokumentaci. Při realizaci otopné soustavy musí být montážní organizací respektován.

Z výroby je ventil přednastaven na stupeň 8 a po proplachu před zahájením topné zkoušky musí být nastaven speciálním klíčkem na požadovaný stupeň nastavení.



Příklad výpočtu

Hledáno: stupeň nastavení

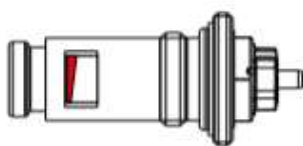
Dáno: tepelný výkon
ochlazení vody
tlaková ztráta otopného tělesa s ventilem
tepelná kapacita vody

$Q = 1135 \text{ W}$
 $t_1 - t_2 = 15 \text{ K (65/50 °C)}$
 $\Delta p = 30 \text{ mbar}$
 $c = 1,163 \text{ Wh/kg.K}$

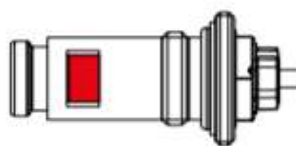
Řešení: hmotnostní průtok

stupeň nastavení ventilu (viz diagram);

$$m = \frac{Q}{c \cdot (t_1 - t_2)} = \frac{1135}{1,163 \cdot 15} = 65 \text{ kg/h}$$

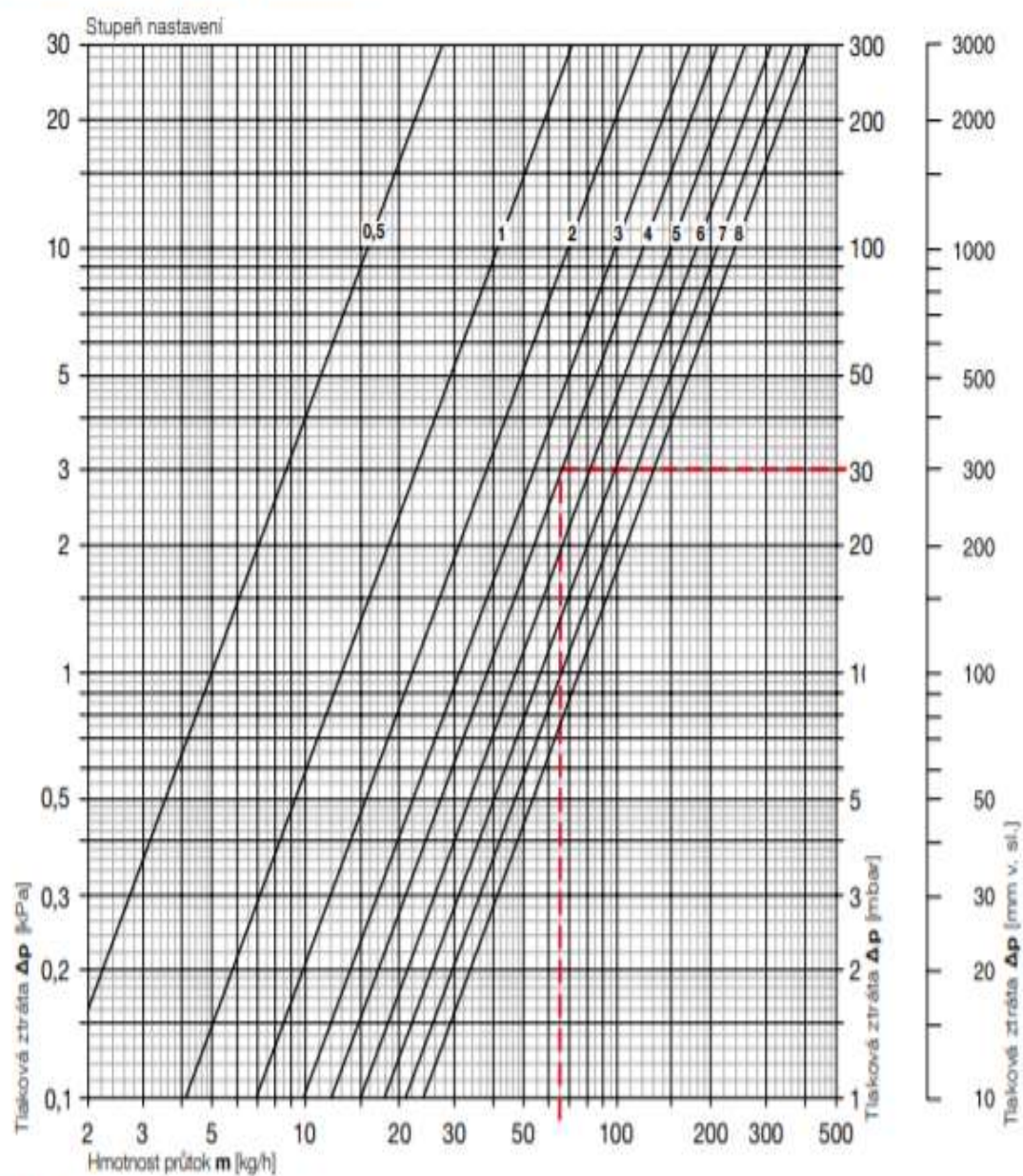


nastaven stupeň 4



nastaven stupeň 8

Dvoutrubková otopná soustava



KORALUX RONDO CLASSIC, RONDO CLASSIC - M



Konstrukce

KORALUX RONDO CLASSIC (KRC) je trubkové otopné těleso se **spodním připojením zdola dolů** a připojovací roztečí **h** odvozenou z jeho délky **L**. Konstrukce tělesa rovněž umožňuje **oboustranné připojení shora dolů**.

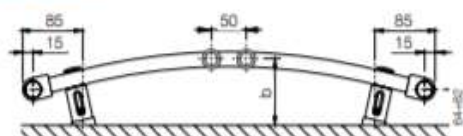
KORALUX RONDO CLASSIC - M (KRCM) je trubkové otopné těleso upravené pro **spodní středové připojení** s připojovací roztečí 50 mm.

Ocelové trubky \varnothing 20 mm
Ocelový profil 40 x 30 mm

Technické údaje

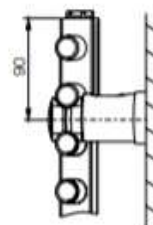
Výška H	700, 900, 1220, 1500, 1820 mm
Délka L	445, 495, 595, 745 mm
Hloubka B	54, 55, 61, 65 mm
Připojovací rozteč (KRC)	$h = L - 30$ mm
Připojovací rozteč (KRCM)	50 mm
Připojovací závit (KRC)	4 x G 1/2 vnitřní
Připojovací závit (KRCM)	6 x G 1/2 vnitřní
Nejvyšší přípustný provozní tlak	1,0 MPa
Zkušební tlak	1,3 MPa
Nejvyšší přípustná provozní teplota	110 °C
Průtokový součinitel (KRC)	$A_r = 2,1 \times 10^{-4} \text{ m}^2$
Průtokový součinitel (KRCM)	$A_r = 7,1 \times 10^{-5} \text{ m}^2$
Součinitel odporu (KRC)	$\xi_r = 1,8$
Součinitel odporu (KRCM)	$\xi_r = 16,0$

Upevnění

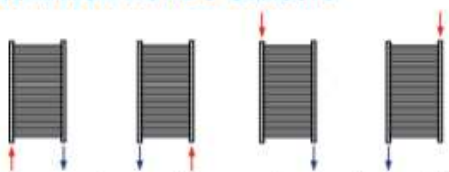


L [mm]	445	495	595	745
b [mm]	93 ± 111	94 ± 112	100 ± 118	104 ± 122

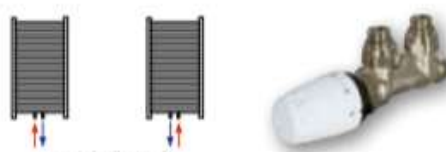
Dodávaná souprava pro upevnění otopného tělesa na stěnu obsahuje 4 ks speciálních konzol z plastu, vruty, hmoždinky a návod na montáž.



Způsob připojení KORALUX RONDO CLASSIC

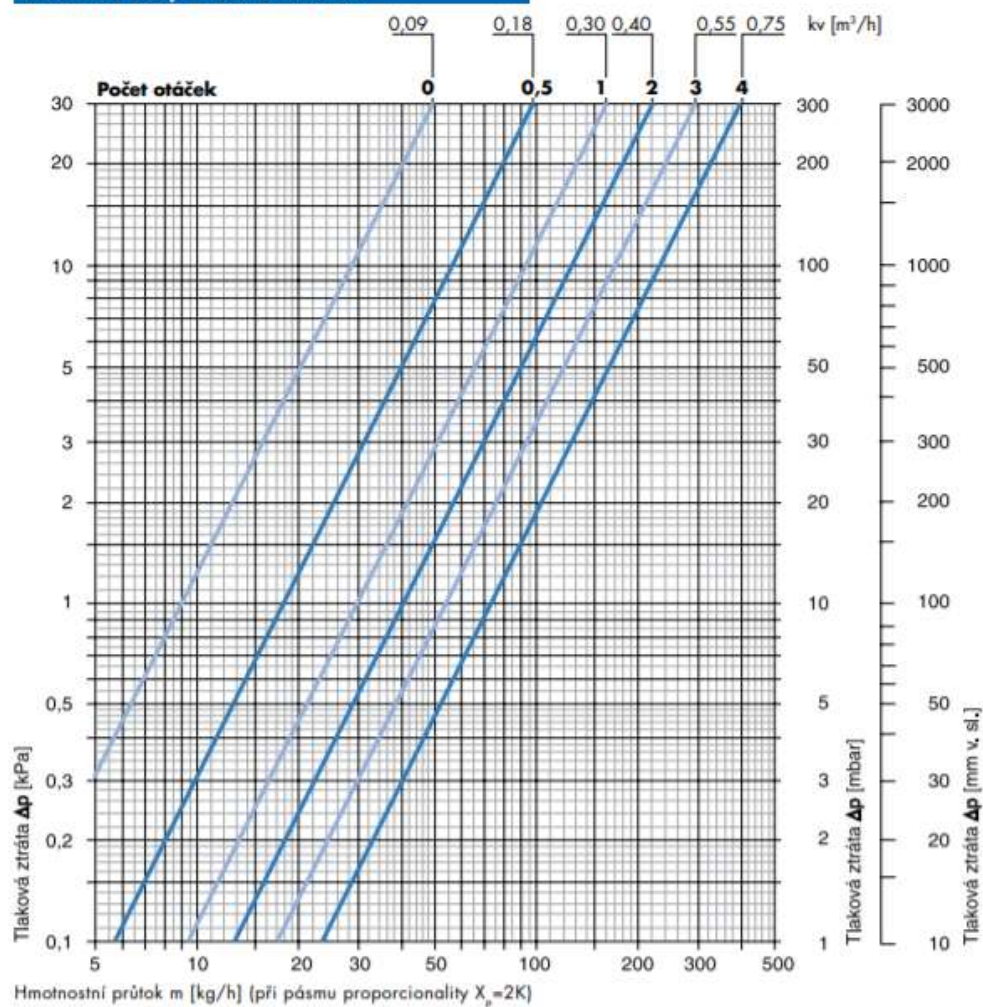


Způsob připojení KORALUX RONDO CLASSIC - M

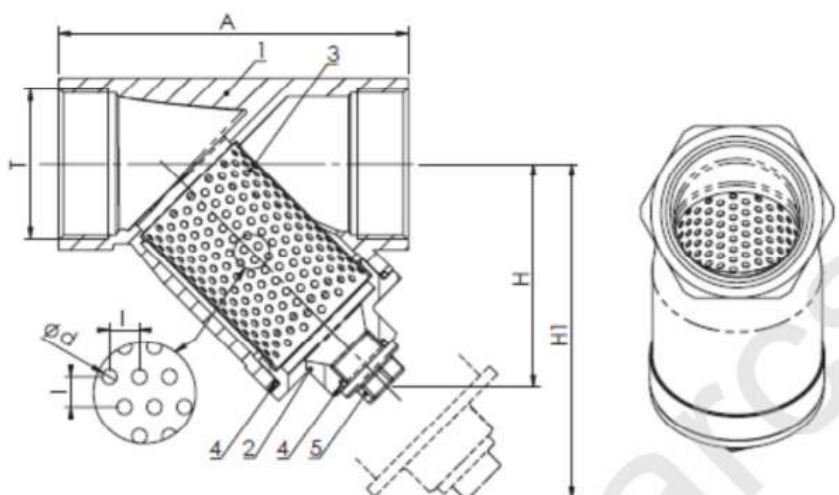


ARMATURA HM

Technické údaje - ARMATURA HM



Příloha č. 12 - Závitový filtr nerez BRA.10 000



Rozměry:

KÓD	ROZMĚR	T	A	H	H1	d	l	Hmotnost g
10000014	DN 7	1/4"	65	35	56	1	2	250
10000038	DN 10	3/8"	65	35	70	1	2	210
10000012	DN 15	1/2"	65	35	70	1	2	220
10000034	DN 20	3/4"	80	45	90	1	2	360
10000100	DN 25	1"	90	57	110	1	2	690
10000114	DN 32	5/4"	105	58	120	1	2	760
10000112	DN 40	6/4"	120	66	140	1	2	1220
10000200	DN 50	2"	140	78	160	1	2	1790

Rozměry v mm.

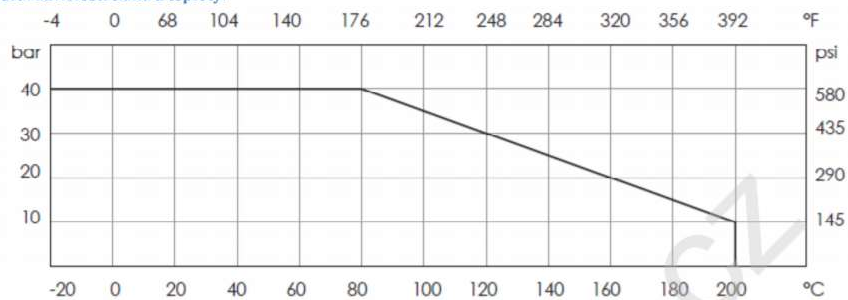
Provozní charakteristiky:

TLAK: max. 40 bar

TEPLOTA: od -20 do +200 °C

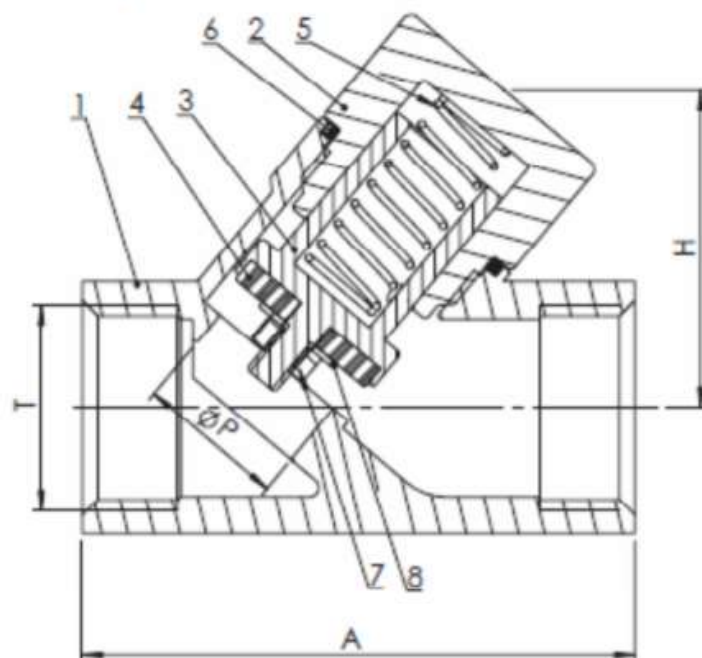
Tlak se mění v závislosti na teplotě (viz graf níže).

Graf závislosti tlaku a teploty:



Příloha č. 13 - Zpětná klapka závitová nerez, série Y6

Technický nákres:



Rozměry:

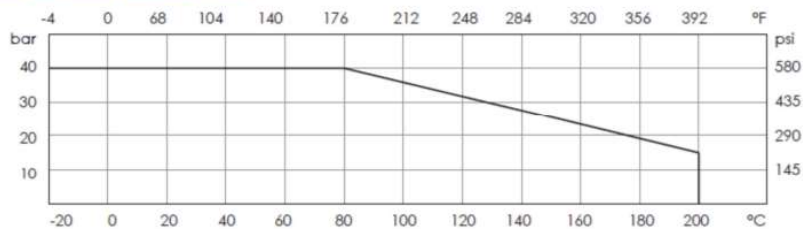
KÓD	DN	T	A	P	H	Hmotnost kg
Y6623014	7	1/4"	65	12	35	0,2
Y6623038	10	3/8"	65	12	35	0,21
Y6623012	15	1/2"	65	15	35	0,23
Y6623034	20	3/4"	80	20	45	0,36
Y6623100	25	1"	90	25	57	0,69
Y6623114	32	5/4"	105	32	58	0,76
Y6623112	40	6/4"	120	40	66	1,22
Y6623200	50	2"	138	50	67	1,79

Rozměry v mm.

Provozní charakteristiky:

TLAK: 40 bar
TEPLOTA: od -20 do +200 °C
Tlak se mění v závislosti na teplotě (viz graf níže).

Graf závislosti tlaku a teploty:



Příloha č. 14 - HT/ARMAFLEX - tepelná izolace solárního okruhu v exteriéru

HT/ARMAFLEX®	syntetický kaučuk	Barva černá, venkovní použití - odolnost proti UV záření
		Teplota použití min./max. : -50°C / +150°C
		Tepelná vodivost λ : 0,042 W/mK při 40°C (hadice) 0,045 W/mK při 40°C (desky)
		Faktor difuzního odporu μ : ≥ 4.000 (hadice) ≥ 3.000 (desky)
		Reakce na oheň : D _L -s3, d0 (hadice), D-s3, d0 (desky)
		samozhášecí, neskapává, nešíří oheň

Příloha č. 15 - Tepelná izolace ROCKWOOL PIPO ALS

TECHNICKÉ PARAMETRY					
Vlastnost	Označení	Hodnota			
Reakce na oheň dle ČSN EN 13501-1	---	A1L-s1, d0			
Součinitel tepelné vodivosti	λ_D	t	10	100	250
		λ	0,043	0,050	0,074
Střední objemová hmotnost	ρ_a	90 kg.m ⁻³			
Nejvyšší provozní teplota	ST (+)	+15 – 250 °C*			
Certifikát		1415-CPR-5-(C-41/2012)			
Systém řízení jakosti		ISO 9001:2008 – certifikát č. CZ002279-1			
Systém péče o životní prostředí		ISO 14001:2004 – certifikát č. CZ002280-1			
Norma		EN 14303:2009 + A1:2013			
Kód značení výrobku		D0 < 150: MW-EN-14303-T8-ST(+)+250 D0 \geq 150: MW-EN-14303-T9-ST(+)+250			

*Teplota na vnější straně (na hliníkové fólii) nesmí přesáhnout 100 °C.

Informace obsažené v tomto technickém listě vypovídají o vlastnostech výrobků platných v době vydání. Vzhledem k neustálému vývoji materiálů může docházet ke změnám jejich vlastností. Pro aktuální informace kontaktujte obchodní zástupce.

Příloha č. 16 - Tepelná izolace PAROC Hvac Section AluCoat T

Rozměry

Rozměry		
Tloušťka	Vnitřní průměr	Potrubní pouzdro Délka
20 - 100 mm	12 - 273 mm	1200 mm
Podle EN 13467	Podle EN 13467	Podle EN 13467

Rozměrová stabilita		
Vlastnost	Hodnota	Dle normy
Maximální provozní teplota - rozměrová stálost	250 °C	EN 14303:2009+A1:2013 (EN 14707)

Protipožární vlastnosti

Požární odolnost		
Vlastnost	Hodnota	Dle normy
Reakce na oheň, Euroclass	A2L - s1, d0	EN 14303:2009+A1:2013 (EN 13501-1)

Other Fire Properties		
Vlastnost	Hodnota	Dle normy
Požární klasifikace (IMO)	Non-combustible	IMO FTP Code Part 1
Surface Flammability (IMO)	Low flame-spread characteristics	IMO FTP Code Part 2 and 5
Hořlavost	Základní produkt izolace je nehořlavý	EN ISO 1182

Tepelné vlastnosti

Tepelný odpor		
Vlastnost	Hodnota	Dle normy
Tepelná vodivost při 10 °C, λ_{10}	0,034 W/mK	EN 14303:2009+A1:2013 (EN ISO 8497)
Tepelná vodivost při 50 °C, λ_{50}	0,037 W/mK	EN 14303:2009+A1:2013 (EN ISO 8497)
Tepelná vodivost při 100 °C, λ_{100}	0,044 W/mK	EN 14303:2009+A1:2013 (EN ISO 8497)
Tepelná vodivost při 150 °C, λ_{150}	0,053 W/mK	EN 14303:2009+A1:2013 (EN ISO 8497)
Tepelná vodivost při 200 °C, λ_{200}	0,064 W/mK	EN 14303:2009+A1:2013 (EN ISO 8497)
Tepelná vodivost při 250 °C, λ_{250}	0,077 W/mK	EN 14303:2009+A1:2013 (EN ISO 8497)
Rozměry a tolerance	T8 pro vnější průměr < 150 mm, T9 pro vnější průměr ≥ 150 mm	EN 14303:2009+A1:2013

Odolnost proti vlhkosti

Propustnost vody		
Vlastnost	Hodnota	Dle normy
Krátkodobá nasákavost vody WS, W_p	≤ 1 kg/m ²	EN 14303:2009+A1:2013 (EN 13472)

Propustnost vodních par		
Vlastnost	Hodnota	Dle normy
Difúzní odpor vodních par	MV2	EN 14303:2009+A1:2013 (EN 13469)

Rychlost uvolňování leptadel:

Stopová množství vodou rozpustných iontů a hodnota pH		
Vlastnost	Hodnota	Dle normy
Chloridové ionty, Cl ⁻	< 10 ppm	EN 14303:2009+A1:2013 (EN 13468)